I N D I C E

Premessa *2*
1 Elaborati che formano lo studio geologico *4*
2 Introduzione metodologica *5*
2.1 Svolgimento del lavoro 6
2.2 Sistema Normativo di riferimento 6
2.3 Rischio Sismico 7
2.4 Difesa suolo 8
3 Indagini Riferimento *12*
3.1 Pericolosità sismica di sito 18
4 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO *21*
4.1 Introduzione 21
4.2 Rappresentazione grafica 21
4.3 1 Inquadramento Geografico e Geostrutturale 23
4.4 Caratteristiche idrologiche. 24
4.5 Elementi Geostrutturali 25
4.6 Cenni sull'evoluzione paleogeografica 26
4.7 strutture sismogenetiche e sismicità storica 28
4.8 Assetti GEOLitologici. successione stratigrafica e caratteri litologici (..... 34
4.9 Assetto strutturale 42
5 Caratteri Geotecnici dei terreni *43*
5.1 Argille varicolori 43
5.2 Argilla pliocenica (Sintema BARONIA) 45
5.3 Sabbie e areniti con intercalazioni argillose (BARONIA) 46
5.4 Depositi alluvionali 50
5.5 Depositi di frana 51
6 Schema Idrogeologico *51*
6.1 permeabilità caratteristica dei complessi litologici. 52
6.2 complessi idrogeologici 53
7 ASSETTI GEOMORFOLOGICI E CONDIZIONI DI STABILITA' *56*
7.1 1. Inquadramento geomorfologico 56
7.2 Unità morfologica del bacino culturale del Rione Trappeto 60
7.3 Analisi dei fenomeni franosi 62
7.4 Analisi della suscettività geomorfologica e carta della stabilità 67
8 Pericolosità e Rischio Sismico *73*
8.1 macrozonazione sismica 73
8.2 Normativa tecnica e classificazione sismica 77
8.3 Pericolosità sismica locale - microzonazione sismica 78
8.4 Definizione dei parametri sismici 80
8.5 Carta della Zonazione sismica 93
9 CONCLUSIONI *95*
10 BIBLIOGRAFIA *97*

PREMESSA

Nella presente relazione si illustrano i risultati dello studio geologico e di caratterizzazione simica del'intero territorio comunale di Montecalvo Irpino (AV) a supporto, secondo quanto prescritto dalle norme vigenti in materia, al Piano Urbanistico Comunale.

Il presente elaborato ripropone interamente, a meno della nuova classificazione simica dei suoli qui sintetizzata negli elaborati di cui alle tavole n. 5, le risultanze dello studio già redatto e consegnato all'Amministrazione comunale nel 2007 per l'allora redigendo piano e che ad oggi risulta rivisto negli aspetti di pianificazione secondo quanto riportato negli specifici elaborati di progetto a cui la presente nota fornisce il necessario supporto geologico.

Lo studio del territorio comunale è stato basato su specifici rilievi geomorfologici i cui risultati sono analizzati nella presene relazione ed organicamente restituiti nelle Carte Tematiche di base di cui alla Legge Regionale n.9/83. L'intero lavoro già svolto e qui rivisto, a seguito di una campagna di indagini integrative appositamente programmata e svolta, fornisce le conoscenze di base degli elementi e dei fattori geonaturali che determinano e governano le dinamiche naturali ed indotte dell'uso e delle trasformazione del suolo. Dal quadro conoscitivo devono discendere le scelte del Piano, atteso che i requisiti minimi dello stesso, sotto il profilo geologico, afferiscono alla sostenibilità ambientale, alla difesa del suolo ed alla mitigazione del rischio sismico.

L'incarico specifico deriva dalla Determina Dirigenziale del Settore Urbanistico del Comune di Montecalvo Irpino n. 15 del 01.10.2003 ed è stato disciplinato con la convenzione sottoscritta tra le parti il giorno sei del mese di ottobre 2004, Rep. N. 1503 e successivamente ampliato con atto contrattuale aggiuntivo firmato in data 22/01/2013.

Lo studio e le indagini effettuate fanno riferimento, e quindi ottemperano, ai dispositivi di cui alle leggi regionali della Campania nn. n.9/83 e 16/2004 e s.m.i.. La metodologia utilizzata e le finalità perseguite dal lavoro sono tali da aderire ai dettati delle norme in materia di "Difesa Suolo", Legge n.183/1989 e s.m.i., e per la classificazione simica dei terreni, all'intervenuta norma di cui al D.M. del 14.01.2008, nota come nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" (sigla: NTC2008).

Gli ambiti di applicazione, e, quindi, la validità, del lavoro prodotto, sono univocamente riconducibili alle norme citate, e in particolare all'Art. 11 della richiamata L.R. n.9/83, con limitazioni esclusive agli aspetti generali dell'uso del territorio.

Per gli aspetti attinenti i vincoli idrogeologici, con particolare riferimento agli articoli 3 e 17 della legge n.183/89, all'articolo 1 del d.l. n.180/98 e s.m.i., nonché ai D.P.R. 07.01.1992 e 18.07.1995 ed al D.P.C.M. 29.09.1998, proposti, riportati e governati dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della competente Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno, si rimanda alla corrispondente Carta allegata al Piano Strutturale del PUC e che riporta i vincoli del rischio da frana e da alluvione.

Allo studio geologico-tecnico del precedente strumento urbanistico generale - approvato con delibera di Consiglio Comunale n. 58 del 26 giugno 1986, a firma del Geol. L. De Iasi , elaborato sempre a norma della L.R. n.9/83 - si è fatto riferimento per l'acquisizione delle risultanze delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche: ciò è valido per il valore invariante dei dati utilizzati e per la sostanziale monotonia degli assetti geostratigrafici che caratterizzano, a larga scala, il territorio di Montecalvo Irpino; tuttavia, per i requisiti tecnici introdotti dalle norme successive ed in particolare per le intervenute NTC2008 e s.m.i., il novero delle sperimentazioni è stato ampliato con l'acquisizione di tutte le indagini geognostiche, geotecniche e geosismiche fornite dall'Amministrazione Comunale, preventivamente validate sotto il profilo della congruenza e rispondenza ai dettati normativi, afferenti a specifici interventi pubblici e privati, nonché con una specifica campagna di indagini appositamente programmata e svolta tra il mese di giugno e settembre 2016 per l'adeguamento del presente studio ai vigenti dettati di legge. Le indagini geognostiche e geofisiche integrative, necessarie per la verifica della modellazione geologico-tecnica ai fini delle zonazione simica del territorio comunale, ovvero dei singoli comprensori oggetto di specifiche vocazioni urbanistiche così come definite dal piano strutturale del nuovo PUC elaborato dal tecnico incaricato, sono state affidate dall'UTC con propria determina n. 23 del 26/05/2016 alla ditta GEO-IN s.r.l. di Benevento.

L'inquadramento geostrutturale e geostratigrafica generale del territorio comunale è stato aggiornato e rivisto alla luce dei recenti studi scientifici sull'evoluzione geologica dei bacini pliocenici intrappenninici.

1 ELABORATI CHE FORMANO LO STUDIO GEOLOGICO

Lo studio geologico a supporto del PUC si compendia nei seguenti elaborati che formano indissolubilmente e nel loro complesso il lavoro prodotto e di base alla pianificazione urbanistica.

- **Tavola 01** - Carta delle ubicazioni delle Indagini, in scala 1:5.000, n. 1 elemento cartografici;
- **Tavola 02** - Carta geolitologica, in scala 1:5.000, n. 6 elementi cartografici;
- **Tavola 03** - Carta geomorfologica e della stabilità, in scala 1:5.000, n. 6 elementi cartografici;
- **Tavola 04** - Carta idrogeologica, in scala 1:5.000, n. 6 elementi cartografici;
- **Tavola 05** - Carta della classificazione sismica dei suoli, in scala 1:5.000, n. 6 elementi cartografici;
- **Tavola 06** - Sezioni geologiche, scale varie.

Fuori Testo alla presente è allegato un Atlante Cartografico contenente:
- **Elaborato T1**

Modello tridimensionale del territorio, scala 1:30.000
Carta della Pendenza, in scala 1:30.000;
Carta del Drenaggio, in scala 1:30.000;
Carta delle Frane, in scala 1:30.000;
Carta degli elementi geomorfologici, in scala 1:30.000;
Carta Litotecnica, in scala 1:30.000;
Carta Litotecnica del Centro Abitato, in scala 1:4.000;
Carta Litotecnica zona Tappeto e Sezioni Stratigrafiche rappresentative del territorio comunale.

- **R01** - Copie dei certificati delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche di riferimento;
- **R02** - Relazione Generale Illustrativa.

2 INTRODUZIONE METODOLOGICA

I criteri metodologici assunti nella programmazione ed esecuzione dello studio geologico-tecnico a supporto del P.U.C. attengono alla formazione di un quadro conoscitivo per la reale realizzazione di un "progetto" unitario di uso del territorio. L'individuazione e la caratterizzazione degli assetti geologici, dei fattori e dei processi morfogenetici che connotano il territorio sono gli elementi su cui fondare le scelte sotto il profilo del corretto uso del suolo: contributo alla fattibilità ed ammissibilità del Piano ed allo schema attuativo dello stesso ("progetto di piano").

Gli studi sono stati, pertanto, opportunamente calibrati al contesto geolitologico, geomorfologico e geostrutturale di riferimento e contestualizzati nel quadro morfoevolutivo generale e particolare del territorio, sino a pervenire alla definizione del modello geologico-tecnico. Gli studi sono stati all'uopo basati su rilievi areali e di dettaglio e sull'interpretazione dei dati delle investigazioni e sperimentazioni già condotte sul tenimento comunale.

L'interconnessione tra processi endogeni, esogeni ed antropici determina condizioni di pericolosità, di vulnerabilità e di reciproco rischio che vanno attentamente esaminati in sede di formazione del Piano. È rilevante, dunque, conoscere questi processi per poter definire, in ogni porzione del territorio, quali siano le ricadute sul sistema geoambientale, i pesi sopportabili e le mutue influenze tra le condizioni originarie e quelle derivanti dalle trasformazioni da pianificare e che, quindi, possono essere sviluppate senza pericolo di perdita di risorse ambientali, umane ed economiche: occorre, cioè, definire quali interventi necessitano per abbassare la soglia di rischio a livelli accettabili per la sicurezza dell'uomo e dell'ambiente. Principio questo che per estensione è rinvenibile nel dichiarato spirito di "sostenibilità" del Titoli I, Capo I, comma 1) della nuova legge regionale n. 16/2004, anche se più esplicitamente normato dalla precedente L.R. n. 14/82; tuttavia, per tali aspetti si deve far riferimento alla L.R. n.9/83: "Norme per l'esercizio delle funzionali regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico".

2.1 SVOLGIMENTO DEL LAVORO

Il lavoro è stato articolato in due fasi: la prima di raccolta ed analisi dei dati tecnico-scientifici, compreso il citato studio geologico del PRG, di rilievi di campagna e di foto-interpretazione (ortofo e fotoaeree messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale), la seconda di elaborazione e restituzione dei dati.

Le attività svolte, raggruppate nei seguenti temi principali, sono:

- raccolta dati;
- rilievi geomorfologici;
- caratterizzazione geologico-tecnica e geotecnica dei terreni;
- costruzione degli scenari geomorfologici e di scuotimento del suolo;
- valutazione della suscettibilità al dissesto del territorio e del rischio sismico.

Nella prima fase sono stati reperiti i lavori tecnici e scientifici più recenti riguardanti l'area di studio al fine di inquadrarla dal punto di vista geologico e tettonico nell'evoluzione del tratto di catena appenninica meridionale che la comprende e definirne il grado dì sismicità regionale.

Per una adeguata valutazione del grado e tipo di rischio sismico e morfologico si è reso necessario analizzare gli affioramenti dei diversi litotipi, la giacitura, gli spessori, i rapporti e le caratteristiche tecniche dei singoli litotipi investigati con le indagini contenute e riportate nello studio di riferimento.

Per la caratterizzazione geologico-tecnica e geotecnica dei terreni, ed in special modo delle aree urbanizzate, compatibile con le finalità dello scenario di rischio geomorfologico e sismico, delle principali formazioni geologiche ci si è basati sull' acquisizione, organizzazione ed interpretazione dei dati di sondaggi esistenti.

2.2 SISTEMA NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Si premette che l'intero territorio di Montecalvo Irpino è stato da sempre classificato ad alto rischio sismico (decreti attuativi della L. 64/74 e s. m. i.), mentre in base all'ex Ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 Maggio 2003, e per gli effetti della deliberazione n. 5447 del 2002 della Giunta Regionale che ridefinisce la classificazione sismica dei comuni della Regione Campania, il territorio di riferimento è ascritto alla Zona 1.

Il sistema normativo in materia di prevenzione del rischio sismico ed idrogeologico, a livello nazionale e regionale, nel prevedere azioni interagenti, se non a volte sovrapposte o ripetitive, si dispiega attraverso alcune leggi fondamentali e molte circolari ministeriali applicative.

Il D.M. LL.PP. del 11.03.88 è la base normativa delle indagini geologico-tecniche; esso è articolato in vari punti che richiamano la maggior parte dei possibili interventi in campo geotecnico. In riferimento al punto H del menzionato Decreto, il Piano di che trattasi rientra tra le opere su grandi aree e, quindi, è richiesto lo studio dei caratteri geostrutturali, la definizione dello schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea, etc...

2.3 RISCHIO SISMICO

La legge regionale di riferimento, come detto, è la n. 9 del 1983 che prevede per tutti i comuni sismici (quindi con estensione anche a quelli riclassificati e\o di nuova classificazione in base alla D.G.R. n. 5447 del 07/11/2002), "prima della formazione degli strumenti urbanistici, devono predisporsi indagini geologico-tecniche e geognostiche ai fini della prevenzione del rischio". Per gli aspetti relativi al comportamento dei terreni naturali in presenza di sisma, il Decreto del 14 gennaio 2008 citate nuove "Norme tecniche per le costruzioni" richiedono che la classificazione dei terreni avvenga su specifiche indagini geognostiche e geofisiche.

Per quanto di competenza, ovvero alla scala territoriale, la classificazione dei suoli è stata ricavata dall'insieme delle indagini dirette di riferimento, ovvero carotaggi spinti fino a 30 m. di profondità e l'applicazione di metodi diretti: profili sismici tipo MASW e/o sismica a rifrazione, oppure anche reinterpretando i dalle delle SPT di riferimento (Standard Penetration Test). Si evidenzia,altresì, che sono stati utilizzati anche il maggior numero di carotaggi disponibili arrestati mediamente a 20 m. di profondità: se si considera l'omogeneità e l'uniformità ed il significativo spessore di ogni formazione litologica del substrato (sempre maggiore di 30 m.), si evince la congruità di tali informazioni utili alla classificazione dei suoli, per altro verificato con al specifica campagna di investigazioni (carotaggi spinti a 30 m di profondità e profili MASW eseguiti negli areali litologicamente omogenei) condotta nel 2016.

Si evidenzia e si prescrive che la classificazione sismica dei terreni proposta in questo studio e sintetizzata nelle tavole grafiche di cui agli elaborati n. 05, hanno valore generale, ovvero sono discretizzati alla scala territoriale e in nessun caso possono essere utilizzati per la progettazione di alcuna opera. Tutte le opere e gli interventi, per le specifiche leggi in materia di costruzioni in zone sismiche e/o di prevenzione dal rischio sismico, devono essere supportate da specifici studi ed indagini a valenza autonoma .

2.4 DIFESA SUOLO

La Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha normato per la prima volta in modo organico le azioni per l'assetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo individuando nel "Piano di Bacino" lo strumento conoscitivo ed operativo mediante il quale devono essere pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio. Le successive integrazioni del dispositivo di legge hanno poi definito e precisato i settori funzionali e le fasi sequenziali ed interrelate delle azioni di salvaguardia e di tutela, garantendo la considerazione sistemica del territorio ed affidando alle Autorità di Bacino l'individuazione di ogni più opportuna misura inibitoria e cautelativa per la difesa del suolo.

Il Decreto Legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito con modificazioni dalla Legge 3 agosto 1998 n. 267, recante "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico e a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania", richiamando espressamente l'art. 17 della L. 183/89, ha demandato alle Autorità di Bacino di rilievo nazionale ed interregionale la redazione, ove non vi avessero già provveduto, di piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico, che contenessero, in particolare, l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nonché le misure di salvaguardia di cui al comma 6 bis della legge citata.

L'art. 1 bis della Legge n. 267/98 cit., come modificato dall'art. 9 comma 2) della legge 13 luglio 1999 n. 226, "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 13 maggio1999 n. 132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile", é poi intervenuto a statuire che le Autorità di Bacino di rilievo nazionale ed interregionale adottassero piani straordinari "diretti a rimuovere le situazioni a rischio più alto, redatti anche sulla base delle proposte delle regioni e degli enti locali", prevedendo, altresì, per i bacini ordinati dalle leggi regionali, che siano le Regioni stesse, in

coordinamento delle Autorità di Bacino Regionali, ad adottare i piani stralcio per l'assetto idrogeologico. Allo scopo di consentire che le suddette attività, rimesse al confronto tra i vari operatori, pervenissero a strumenti omogenei e confrontabili è stato emanato un atto di indirizzo e coordinamento che ha individuato i criteri ispiratori e le modalità operative: DPCM 23 marzo 1990 "Atto di indirizzo e coordinamento, ai fini dell'elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della L. 183/89"; D. P. R. 7 gennaio 1992, "Atto di indirizzo e coordinamento per determinare i criteri di integrazione e di coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle Autorità di Bacino e delle Regioni per la realizzazione dei piani di bacino di cui alla Legge 183/89". La concertazione tra Stato e autonomie locali e territoriali, sia in fase di pianificazione che di programmazione degli interventi, ha ottemperato al richiesto coordinamento dei criteri di applicazioni delle richiamate norme che ha trovato recepimento nel DPR 18 luglio 1995, "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino"; e nel DPCM 29 settembre 1998: "Atto di indirizzo e coordinamento per la individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 commi 1 e 2 del decreto legge 11 giugno 1998 n. 180".

I criteri di coordinamento e di omogeneizzazione sono stati concepiti come suscettibili di revisione e perfezionamento proprio in ragione dell'evolversi delle situazioni di rischio, meglio di approfondimento delle conoscenze, allo scopo di aderire il più possibile all'evoluzione dei fenomeni e dei fattori di rischio.

Per queste premesse il DPCM del settembre '98 ha individuato nella perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico uno degli obiettivi principali del d.l. 180/1998, da raggiungere attraverso l'individuazione esaustiva delle situazioni di pericolosità derivanti dalle particolari condizioni idrogeologiche del territorio. Tale individuazione si basa sulla localizzazione e caratterizzazione di eventi già verificatisi in passato o di quelli possibili sulla scorta di specifici approfondimenti geologici e geomorfologici dei siti.

Come si nota, il fondamento della perimetrazione delle aree a rischio è il "concetto di rischio" che la normativa considera come oggetto principale d'indagine, attesa la sua finalità di mitigazione e, per quanto possibile, di prevenzione dello stesso.

L'indagine restituisce specifiche conoscenze relativamente a:

- pericolosità, intesa come probabilità del verificarsi dell'evento dannoso;

- valore degli elementi a rischio;
- vulnerabilità degli elementi a rischio.

I livelli di rischio idrogeologici definiti, relativamente a quello idraulico e da frane, attengono a:

- rischio molto elevato R4, con possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale e distruzione delle attività socio-economiche;
- rischio elevato R3, con possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente loro inagibilità, interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- rischio medio R2, con danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, senza pregiudizio per l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- rischio moderato R1, con danni sociali economici e ambientali marginali.

È opportuno chiarire come il DPCM 1998, in linea con lo spirito emergenziale ed i fini di tutela dell'uomo e dell'ambiente della legislazione primaria, alla quale fornisce elementi attuativi di dettaglio, abbia messo bene in evidenza l'inscindibilità dei concetti di pericolo e di rischio, intendendo questo come l'aspetto antropico di quello; vale a dire come l'incidenza dell'evento naturalistico sulla vita dell'uomo e le attività con le quali, nei modi più diversi, egli interagisce con l'ambiente di appartenenza.

Da tali livelli di rischio derivano diverse e specifiche limitazioni di uso delle aree perimetrale ed azioni di mitigazione del rischio.

Per la stretta relazione dei due aspetti di vulnerabilità del territorio (pericolo e rischio) relega gli interventi di trasformazione del territorio nelle zone classificate a bassa pericolosità. Tali interventi che, in quanto integranti l'uso del territorio, vanno sempre ad aumentare i livelli di rischio: pertanto, essi devono essere mantenuti entro il limite medio e basso (R1 ed R2), e devono configurarsi, perciò, casi di rischio sostenibile.

Questa interpretazione é suffragata dal dispositivo del D.L. 180/1998 e DPCM ’98 che si definiscono le aree a rischio elevato (R3) e molto elevato (R4), per le quali quest'ultimo prescrive specifiche misure, mentre le zone a rischio R1 ed R2, per le quali pure é prevista la individuazione e perimetrazione, non sono destinatarie di alcuna prescrizione di questo tipo.

Dei soli parametri di pericolosità fissati dal Piano Stralcio dovrà invece tenersi conto, evidentemente, quando con nuovi strumenti urbanistici si andranno ad individuare altre aree edificabili, che però, al momento, sono prive di ogni insediamento.

La Carta della Pericolosità è la carta della definizione delle aree a diverso grado di pericolosità determinato dai fattori naturali ed ambientali: geologia, morfologia, pendenza, ecc., in una predisposizione e tendenza dei terreni al movimento. Sulla base di questa carta, le Amministrazioni locali dovranno programmare, aggiornare ed adeguare i propri programmi e piani urbanistici. La carta del rischio da frana è la carta in cui sono evidenziate le classi di rischio determinate sulla base della sovrapposizione degli elementi di valore alla carta della pericolosità. È una carta che riflette l'attuale situazione di rischio e va, pertanto, utilizzata per non aumentarne il grado: va utilizzata e rispettata per il completamento degli strumenti urbanistici vigenti.

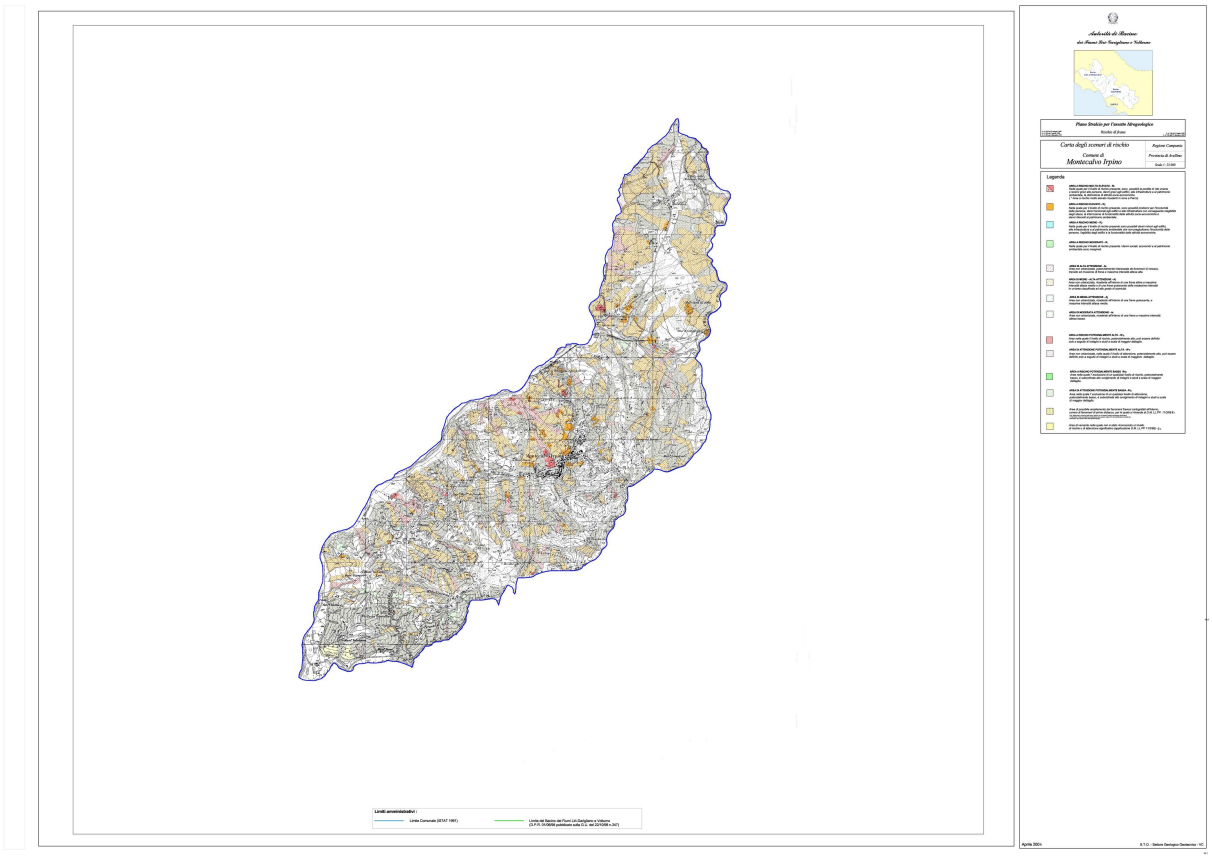
I rilievi e gli approfondimenti geomorfologici eseguiti a supporto del P.U.C. in esame attengono, nello specifico del rischio idrogeologico, alla definizione della "suscettibilità geomorfologica" del territorio comunale, individuando ambiti a diverso "grado di stabilità" con diverse e specifiche limitazioni di uso delle aree perimetrate. Tali studi, nello spirito della richiamata legislazione, rappresentano approfondimenti alla scala comunale e, pertanto, integrano le indicazioni e prescrizioni del vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (sigla P.A.I.) della competente Autorità di Bacino del Liri-Garigliano e Volturno.

Restano valide le prescrizioni secondo le quali per qualsiasi intervento sul territorio si devono predisporre "studi di dettaglio che inquadrino l'evoluzione morfologica sotto gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici definendone il modello geotecnico costitutivo ed evolutivo. Gli studi devono essere basati su rilievi di dettaglio e sperimentazioni appositamente programmate e condotte con mezzi idonei. L'estensione ed il grado di approfondimento degli studi dipendono dalla fenomenologia idrogeologica, dall'uso, importanza, rilevanza e destinazione delle opere ed interventi che si intende allocare e\o assegnare al suolo".

In ottemperanza al dispositivo dell'Art. 15 della L.R. n.9/83 e per quanto previsto dalle norme di cui alla L. n.183/89 e s.m.i., vanno predisposte le sovrapposizioni tra le zonazioni del territorio comunale ai fini del rischio sismico e della suscettibilità geomorfologica derivanti dagli studi eseguiti

con le previsioni del P.U.C. e con le Carte del Rischio Frana ed Idraulico del vigente P.A.I. al fine di validarne la fattibilità e l'ammissibilità.

La cartografia di riferimento del PAI è aggiornata, relativamente al PsAIrF – rischio da frane - all'edizione del 2003 così come approvato con D.P.C.M. del 12.01.2006 e pubblicato su G.U. del 28.05.2007 n.122, mentre per il rischio da alluvione – PSDA – all'edizione approvato con D.P.C.M. del 21.11.2001 e pubblicato su G.U. del 19.02.2002 n.42.



1. *Carta degli scenari del rischio – rischio da frane – AdB Liri Garigliano Volturno*

3 INDAGINI RIFERIMENTO

Il corredo delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche del presente studio è così formato:

✓ indagini allegate allo studio geologico-tecnico del precedente strumento urbanistico generale - approvato con delibera di Consiglio Comunale n. 58 del 26 giugno 1986, a firma del Geol. L. De Iasi;

✓ indagini per le seguenti opere pubbliche:

- piano di recupero del patrimonio edilizio
- progetto per il recupero urbano del quartiere "Fano"
- piano degli insediamenti produttivi in località Cretazzo
- progetto per il recupero urbano del rione "annunziata"
- progetto per l'adeguamento dell'edificio della scuola materna "A. Moro";

✓ indagini per opere private messe a disposizione dell' A. C. e preventivamente validate per la rispondenza alle norme vigenti:

- ricostruzione di un edifico rurale in località Malvizza – ditta Marra e Finelli:
- consolidamento della proprietà Pezzano in località Frasciniello – Cretazzo;

✓ - campagna di indagini geognostiche (n. 4 carotaggi continui spinti a 30 m di profondità), sismiche (tomografia sismica in località Corsano) e n. 12 profili MASW programmate nell'ambito del presente lavoro ed effettuate dalla ditta incaricata tra il mese di giugno e settembre 2016.

L'origine, il tipo, le caratteristiche esecutive, nonché i mezzi utilizzati nelle prospezioni di riferimento sono riportati, unitamente alle singole certificazioni, nell'Elaborato "R01"; le singole ubicazioni sono riportate nella Tavola 01.

Le indagini a cui si è fatto riferimento comprendono (vedi Tabella n.1):

- n. 34 sondaggi meccanici a carotaggio continuo, spinti tra 20 e 45 m. di profondità;
- n. 68 Standard Penetration Test;
- n. 22 campioni indisturbati di terreno sottoposti ad analisi di laboratorio;
- n. 23 profili sismici a rifrazione e MASW;
- n. 1 tomografia sismica a rifrazione.

I sondaggi geognostici che fanno riferimento allo studio geologico del PRG (1986[1]), al Piano degli Insediamenti Produttivi e ad opere pubbliche e private dotate di studi geologici supportati da indagini rispondenti alle normative vigenti.

In totale sono stati analizzate 34 colonne stratigrafiche di altrettanti fori di sondaggio distribuiti prevalentemente nel centro abitato (n. 31), due nel fondo valle del Miscano (località Olivara) e n. 1 in località Malvizza.

Le certificazioni delle indagini riportano che nei fori di sondaggio sono stati prelevati, nell'intervallo di profondità: - 2.5 / - 15 m. - complessivamente n. 30 campioni indisturbati di terreno, di cui 22 sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio per la determinazione dei valori dei parametri indici, fisici e di resistenza meccanica.

In tutti i sondaggi è stato sempre raggiunto e caratterizzato il substrato; inoltre, nel corso dei sondaggi sono stati rilevati i livelli idrici così come riportati nelle colonne stratigrafiche.

Per la caratterizzazione sismica dei suoli (NTC2008) si è fatto riferimento a 24 prove geofisiche tra sismica a rifrazione e MASW, per complessivi 2000 ml di stendimenti.

1. Tabella indagini di riferimento

Ambiti territoriali	Tipo indagini	Profondità media
Centro abitato	n. 21 sondaggi a carotaggio continuo 32 prove SPT camp. terreno analizzati n. 15 stendimenti sismici ml 1600 n. 7 profili MASW	35 m. sondaggi dal n. 1 al n. 13 campagna 2016
Zona Olivara	2 sondaggi a carotaggio continuo Prove SPT 5 prove SPT camp. terreno analizzati n. 2	35 m. sondaggi n. 14 e 15
PIP Cretazzo	2 sondaggi a carotaggio continuo Prove SPT 6 prove DPSH Profili MASW	S1 ed S2 Profondità 30 e 40 e m. n. 1
Piani di Recupero Urbano rione Fano ed Annunziata	2 sondaggi a carotaggio continuo Prove SPT Profilo MASW	S1 (30 m.) - S1 (30 m.) n. 1

[1] I carotaggio continui del PRG furono mediamente spinti fino a profondità di - 35 m. dal p.c.

Scuola materna A. Moro	1 sondaggio a carotaggio continuo Prove SPT Profilo MASW	S1 (30 m.) n. 1
Opera privata in località Malvizza, ditta Marra e Finelli	1 sondaggio a carotaggio continuo Prove SPT Profilo sismica a rifrazione	S1 (30 m.) MR n. 1
Opera privata: consolidamento Pezzano	5 sondaggi a carotaggio continuo Prove SPT Prove di laboratorio su n. 5 campioni di terreno indisturbato Monitoraggio piezometrico ed inclinometrico Profili sismica a rifrazione	S1 (22 m.) – S1I (45 m.) S2I (35 m.) – Sp1 (20 m.) Sp2 (35 m.) n. 5 campioni letture 2013 – 2014 MR n.2

2. Tabella dati riassuntivi delle prove di laboratorio riportate per lo studio del PRG

Campione	Prof. Prelievo, m.	Peso volume, γ tn\m3	Umidità naturale, w %	Porosità, n %	Indice vuoti, e	Saturazione, Sr %	Angolo attrito interno,ϕ°	Coesione, c' KPa
S1	8.9	1.89	12.3	36.7	0.58	56	31	0
S2	3.5	1.93	19.4	30.8	0.44	100	16	24
S3	2.2	1.84	14.0	36.7	0.5	63	36	0
S4	4.5	1.84	16.9	40.4	0.67	66	29	3.9
S5	8.0	1.89	16.7	28.3	0.39	96	35	0
S6	5.0	1.88	13.6	73.9	2.83	30	31	0
S7	6.0	1.92	16.5	27.7	0.38	98	37	0
S8	7.0	1.47	7.0	47.5	0.90	20	31	0
S9	10.0	1.46	6.43	47.0	0.88	18	33	0
S10	6.0	1.75	13.3	40.9	0.69	50	32	9.8
S11	7.0	1.90	16.7	31.7	0.46	86	35	0
S12	12.0	1.88	19.0	30.5	0.43	99	36	0
S13	3.0	1.81	24.8	41.4	0.70	87	30	0
S14	4.0	1.95	27.8	39.6	0.65	100	15	28
S15	8.0	1.94	27.8	42.2	0.73	100	10	57

Le stratigrafie riportano, altresì, le profondità, comprese tra - 1.5 e -14.5 m., alle quali sono state condotte le prove penetrometriche dinamiche: S.P.T., per un totale di 68 sperimentazioni. I dati dei singoli tratti di infissione sono riportati in appositi certificati.

Tali prove consistono, come è noto, nel rilevare il numero di colpi di maglio, del peso di 63,5 Kg e liberamente cadente da una altezza di 75 cm necessari per infiggere nel terreno un apposito attrezzo normalizzato (campionatore Raymond) per tre tratti successivi, di 15 centimetri ciascuno. A caratterizzare la resistenza del terreno si assume poi il numero di colpi "N" complessivamente richiesti per l'avanzamento del secondo e del terzo tratto. (vedi Tabella n. 3). Se si escludono le prove eseguite nelle coperture detritiche superficiali, le prove SPT hanno sempre restituito valori > 50 colpi\piede, ovvero molte hanno fatto registrare il rifiuto dell'attrezzo (rocce lapidee rocce tenere, AGI 1977).

I dati nelle singole prove, opportunamente elaborati con note correlazioni, hanno consentito di ricavare i parametri fisico-meccanici ed il comportamento in condizione dinamica.

3. Tabella Standard Penetration Test dello studio del PRG

Sondaggio	Profondità Prova, m.	N. SPT	Terreni
1	2.0	6	detrito
	9.0	Rif	sabbia addens.
2	1.5	13	detrito
	4.1	20	sabbia
3	1.8	Rif	arenaria
	4.0	Rif	arenaria
	6.0	Rif	arenaria
4	2.0	54	detrito
	3.45	Rif	sabbia addens.
	6.0	Rif	sabbia addens.
	14.5	53	sabbia
5	2.3	Rif	arenaria
	4.3	Rif	arenaria
6	1.5	28	sabbia alterata
	3.5	17	sabbia alterata
	8.5	Rif	sabbia addens.
7	2.0	18	sabbia alter.
	4.0	49	sabbia
8	2.0	Rif	sabbia
	4.0	-	Vuoto
9	8.0	50	sabbia
	9.0	54	sabbia
10	3.0	Rif	arenaria

	6.0	Rif	arenaria
11	2.0	Rif	arenaria
	6.0	Rif	arenaria
12	2.0	29	sabbia
	5.0	62	sabbia addens.
13	3.5	80	sabbia addens.
	5.0	30	sabbia
14	3.5	24	detrito
	10.0	46	ghiaie
15	4.5	Rif	argille compatte
	6.0	Rif	argille compatte
	9.5	85	argille compatte

Nell'abitato sono stati realizzati otto stendimenti sismici a rifrazione, i cui allineamenti continui si sviluppano per complessivi 1.800 m. con basi di lunghezza di 100 e 300 m., e n. 12 profili MASW (campagna 2016).

Se si escludo i valori delle velocità delle onde di compressione (V_p) negli strati areati (spessori compresi tra 4/6 m.), i litotipi sottostanti hanno evidenziato V_p > 1.000 m/sec. I valori più elevati sono stati riscontrati negli areali dove affiorano le arenarie; al contrario valori inferiori sono stati rilevati nelle aree marginali al centro abitato (V_p = 870 m\sec, P5). Nella tabella che segue sono sintetizzati i valori di VS30 desunte dai profili MASW eseguiti nella campagna del 2016.

4. Tabella n. risultati delle MASW della campagna 2016

MASW n.	Intervallo, m.	V_{s30} (m/sec)
MASW 1	0-30	338
MASW 2	0-30	287
MASW 3	0-30	328
MASW 4	0-30	470
MASW 5	0-30	317
MASW 6	0-30	278
MASW 7	0-30	399
MASW 8	0-30	322
MASW 9	0-30	222
MASW 10	0-30	334
MASW 11	0-30	287
MASW 12	0-30	245

3.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un determinato sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi

rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2 delle NTC2008).

Per tali ragioni ogni singolo intervento e/o opera sul territorio deve essere dotato di apposito studio geologico, geotecnico di caratterizzazione sismica come da norme.

Nell'ambito dello studio geologico dell'intero territorio comunale, come già detto, si è proceduto alla caratterizzazione sismica dei litotipi per macro aree coincidenti con gli affioranti areali dei complessi litologici che li comprendono; per tale scopo sono state valutate le indagini sismiche rispondenti (sismica a rifrazione e MASW) ai criteri summenzionati ed alla fine , tramite le note correlazioni, sono stai assegnati i vari litotipi alle classi definite dalle norme.

In riferimento alle sperimentazioni del 2016, l'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e, di conseguenza, del parametro V_{s30} per i siti investigati. In riferimento alla Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni si riportano le categorie di sottosuolo di riferimento distinte in funzione del parametro V_{s30}* (Tabella 27 e Tabella 28).

5. *Tabella 27: Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2008)*

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

6. *Tabella 28:Categorie aggiuntive di sottosuolo (Tabella 3.2.III NTC 2008)*

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Come si può notare dalla tabella n.3, i valori di V_{s30} misurati restituiscono suoli di classe “C” (V_{s30} > 180<360 m/sec, con eccezione dei profili nn.4 e 7 (V_{s30} compresi tra 399 e 470 m/sec - suoli tipo “B”).

Per la completa e dettagliata analisi delle indagini si rimanda a fascicolo R01 che riporta in copie conforme agli originali i singoli certificati delle indagini**.** Per l’ubicazione si rimanda alla Tavola 01..

4 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

4.1 INTRODUZIONE

Tale fase è mirata innanzitutto all'identificazione degli assetti geologici, litotecnici e geomorfologici del territorio comunale. L'insieme dei dati acquisiti ed elaborati su una piattaforma GIS hanno consentito di avere a disposizione gli elementi di base per successive e dettagliate analisi, sempre alla scala comunale, sulla suscettibilità a franare e sulle condizioni locali dei fattori di rischio sismico.

Per quanto concerne il rischio a franare sono stati individuati e definiti gli elementi ed i fattori che concorrono a definire i "parametri predisponenti", distinti per tipologia di frana, definibili come l'insieme delle caratteristiche naturali e antropiche che concorrono in varia misura alla predisposizione all'instabilità, ossia la suscettibilità a franare. Nel campo dei "parametri predisponenti" vengono raggruppati indistintamente le caratteristiche naturali geologici, geomorfologici, litotecnici e idrogeologici, oltre quelli antropici rappresentati dalle modificazioni indotte al sistema naturale dall'opera dell'uomo.

In base alla distribuzione spaziale dei parametri predisponenti è possibile definire la suscettibilità o pericolosità relativa di un'area per ogni singola tipologia di fenomeno franoso.

Processo analogo, ma basato sui fattori che governano la risposta sismica del suolo, è stato adoperato per giungere alla definizione degli ambiti territoriali a diverso grado di pericolosità sismica. Partendo dalla classificazione sismica dei terreni, i principali fattori considerati attengono agli assetti morfologici, alle condizioni di stabilità ed ai caratteri litotecnica dei sedimenti: questi infatti amplificano l'accelerazione massima in superficie rispetto a quella che ricevono alla loro base, agendo al contempo da filtro del moto sismico, diminuendone l'energia complessiva ma modificandone la composizione con accentuazione di alcune frequenze e smorzamento di altre.

4.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

La scelta dell'utilizzo di un Sistema Informativo Geografico per il lavoro in parola risiede innanzitutto, nella estrema versatilità della piattaforma GIS per gli studi geomorfologici a qualunque scala, e in secondo luogo alla possibilità di aggiornamento ed implementazione del database che si va costruendo nelle diverse fasi di sviluppo dell'attività di ricerca. A tale scopo ci si è avvalsi di un service esterno qualificato.

La creazione di diversi shape files permette il continuo scambio e dialogo tra programmi di cartografia e grafica vettoriale (dxf files) e archiviazione dati (dbf file).

La georeferenziazione della base topografica, rende il lavoro utilizzabile da tutti i soggetti del settore che adottano lo stesso sistema di riferimento (nel nostro caso si è scelto UTM 32)

La prima attività realizzata è stata la georeferenziazione della carta topografica in scala 1:5.000 all'uopo consegnata ufficialmente dall'Amministrazione Comunale. Vista la scala a cui lo studio deve essere condotto, si è deciso di georeferenziare le carte scala 1:5000.

Dalla carta topografica ufficiale sono stati costruiti i vari tematismi digitali e archiviate le loro informazioni nel progetto. L'output grafico ha permesso di realizzare una volta generato il DEM. il modello tridimensionale del terreno – Allegati 1 dell'Elaborato T01 -, specifici tematismi di dettaglio necessari alla costruzione delle carte di base di cui alla L.R. n.9/83. Per tali carte si è scelto, per unità di lettura, raggruppare i singoli elementi topografici delle carta del territorio comunale ufficiale in scala 1:5.000, in tre distinte Tavole: A, B, C. con sovrapposizione di circa 10 m. (2 mm).

4.2.1 CARTA TEMATICHE DI BASE

L'analisi geomorfologica è stata l'analisi primaria e fondamentale dell'intero lavoro geologico; essa è stata indirizzata alla definizione di una cartografia di dettaglio (Tavola 02 e 03), necessaria alla definizione degli assetti geologici e morfologici: tematismi di base per le successive analisi. Lo studio è stato condotto principalmente con rilievi diretti di campagna ed attraverso la raccolta dei dati stratigrafici. Inoltre, insieme alla consultazione della letteratura scientifica disponibile, i rilievi sono stati mirati a dettagliare i dati raccolti sul territorio ed in particolare nelle aree di maggiore criticità geomorfologica e di rilevante interesse progettuale.

I contenuti delle cartografia di base sono:

Tavola 02 - CARTA GEOLITOLOGICA

basata su rilievi litologici di superficie, integrata dalle risultanze delle indagini dirette e indirette svolte nell'ambito del territorio, per la definizione della stratigrafia e delle strutture, nonché per le caratteristiche tecniche generali. Compreso i dati morfologici locali significativi sotto l'aspetto della risposta sismica.

Tavola 03 - CARTA DELLA SUSCETTIBILITA' MORFOLOGICA

desunta da rilevazioni geomorfologiche integrate da indagini specifiche dirette ed indirette in riferimento ai fenomeni di instabilità reali e potenziali, antichi e recenti classificati in base al tipo, causa, evoluzione, importanza (fenomeni profondi o superficiali), dinamica (attivi, quiescenti o stabilizzati). Questi ultimi dati sono riportati come tematismi specifici negli allegati 4 e 5 dell'Atlante Cartografico T01

Tavola 04 - CARTA IDROGEOLOGICA

finalizzata alla definizione della situazione idrologica e idrogeologica, sia in prospettiva sismica, sia in funzione di eventuale utilizzazione e protezione delle risorse idriche.

Tavola 05 - CARTA DELLA ZONAZIONE DEL TERRITORIO DI PROSPETTIVA SISMICA

dai dati ricavati dai summenzionati tematismi e con l'ausilio dell'interpretazione dei dati geotecnici e geofisici, finalizzati alla classificazione sismica dei terreni (NTC2008), è stata redatta la carta della zonazione del territorio che ha per scopo la definizione di zone omogenee per quanto riguarda il comportamento in prospettiva sismica.

4.3 1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOSTRUTTURALE

Il territorio di Montecalvo Irpino (Tav. "Ariano Irpino" III SO, Foglio 174 della Carta d'Italia, scala 1:25.000) si colloca nel contesto paleogeografico e geomorfologico dell'arianese (bacino pliocenico di Ariano Irpino, a.v.), anche se l'alta valle del fiume Miscano, oltre a segnare il limite comunale di NW, rappresenta il limite fisico verso il Fortore, oltre il tenimento di Casalbore. A meridione e, in parte, ad oriente il territorio di Montecalvo I. è stretto nell'ampia estensione di Ariano I.

7. Tabella n.5: dati territoriali

COMUNE Codice Regione: 15 Codice Provincia: 64	Cod. ISTAT	Superficie Totale Km2	Superficie. Montana Km2	Altezza max. ISTAT - m slm
MONTECALVO IRPINO	6311-52	53,53	33,50	623

Sotto il profilo altimetrico il tenimento comunale si caratterizza per un'altimetria variabile, comunque di alta collina (quota max. = 623 m. s.l.m., quota minima = 211 m. s.l.m.), pur essendo complessivamente identificabile, a grande scala, come un blocco monoclinalico disarticolato nella direzione E-W e SW-NE ed immergente verso i quadranti nord-occidentali.

Come detto l'elemento fisico delimitante il territorio è rappresentato dal reticolo idrografico principale: le valli del Miscano, lungo l'allineamento NE-SW, e dell'Ufita, nel tratto ad andamento E-W. Questi corsi d'acqua insieme ad altri di minore importanza per la loro portata idrica, come i torrenti Miscanello, Piscine, Vallo ed altri ancora, formano una rete di bacini idrografici con notevole influenza sull'ambiente.

I parametri relativi all'altimetria, rilevati dalle carta topografica di base tramite sovrapposizione di un reticolo di discretizzazione e discretizzati per fasce altimetriche (m. s.l.m.): 0-200; 201- 600; > 601, indicano che le quote dominanti sono comprese nelle fasce altimetriche tra 200 e 600 m.s.l.m. - territorio collinare -, a cui corrisponde una superficie di oltre il 75 % rispetto a quella complessiva.

4.4 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE.

Nell'ambito territoriale in esame ricadono parte dei due più importanti bacini idrografici del comprensorio: fiume Ufita e Miscano.

Il fiume Ufita, che riceve le acque del Torrente Fiumarelle e del Fiume Miscano, nella porzione sud-occidentale del territorio comunale, è affluente di destra del Fiume Calore, a sua volta tributario del Volturno. Tale corso d'acqua nasce dalle pendici occidentali del monte La Toppa (989 m slm), svolge il suo corso in direzione prevalente SE-NO fino alla confluenza (circa 45 Km), e riceve in destra i suoi maggiori affluenti, il T. Fiumarella (135 Kmq) e il fiume Miscano. Il tratto montano e di fondo valle – tra Vallata e Grottaminarda - è impostato su una importante faglia. Nel suo bacino, di forma allungata approssimativamente di forma rettangolare, si trovano rilievi con rilievi che presentano

prevalentemente le caratteristiche collinari con pendenze raramente superiori al 25-30%. La sua superficie è di 737 Km2, di cui ben il 36% spetta al suo affluente maggiore, il T. Miscano.

Il Miscano, nell'ambito del territorio di Montecalvo, scorre nel suo tratto mediano ed ha un bacino di 232 Km2; raccoglie le acque dei torrenti a vergenza settentrionale del tenimento comunale.

4.5 ELEMENTI GEOSTRUTTURALI

L'area in esame si colloca nell' Appennino Irpino, una zona di transizione tra due archi minori dell'Appennino meridionale: il segmento molisano-sannitico a nord e il segmento campano-lucano a sud. Questi due grandi elementi strutturali si congiungono a nord della sinforme dell'Ofanto; la linea di svincolo trasversale è costituita dalla linea Bagnoli Irpino - T. Calaggio, interpretata in passato come linea trascorrente sinistra attiva tra il Pliocene ed il Pleistocene medio. La zona appenninica (catena) è il risultato di complesse fasi compressive e traslative avvenute fra il Tortoniano superiore ed il Pleistocene inferiore, con conseguente ampliamento del bacino di retroarco tirrenico. Il risultato attuale delle varie vicissitudini tettoniche è schematizzabile in una pila di falde sovrapposte di terreni sedimentati, per lo più marini, avanzate sul margine dell' avampaese apulo.

In tale contesto geologico-strutturale il comune di Montecalvo I., ricadente nella parte settentrionale del fiume Miscano, è situato in corrispondenza del settore settentrionale del Bacino Pliocenico di Ariano, in una zona di confine tra termini riferibili principalmente alle Unità Tettoniche Lagonegresi e del Fortore, su cui si rinvengono, principalmente a nord nel tenimento di Casalbore e in discordanza lembi di depositi clastici ed evaporitici delle Unità Irpine, Unità di Altavilla e Unità di Ariano.

A partire dai termini sedimentari più antichi, nell'area del territorio comunale ed in quelle adiacenti, sono presenti i termini argillosi dell'Unità Lagonegresi riconosciuta in Lucania. A causa della intensa tettonizzazione le formazioni di questa serie si presentano fortemente smembrate e l'originaria struttura geologica è poco riconoscibile ed in letteratura viene variamente interpretata.

I termini strati grafici più alti (Cretacico sup.- Miocene) delle Unità Lagonegresi sono rappresentati dal Flysch Rosso (diaspri, calcari marne e argille) ed il Flysch Numidico (quarzareniti con rare argille, marne e calcareniti). L'Unità del Fortore è rappresentata nella zona di Casalbore dalla Formazione di Corleto Perticara (Eocene- Burdigaliano). Nella parte nord-orientale di Montecalvo I. affiorano

estesamente i termini delle Argille Varicolori. A meridione dominano i sedimenti clastici argilloso-sabbiosi dell'Unità di Ariano (pliocene inferiore-medio).

Al di sopra di tutti i termini geologici citati si ritrovano inoltre depositi continentali quatemari costituiti da depositi alluvionali e, molto diffusi arealmente, depositi eluvio-colluviali talora frammisti a piroclastiti di origine vulcanica.

4.6 CENNI SULL'EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA

L'arco appenninico meridionale è formato da coltri di ricoprimento derivanti dalla deformazione di vasti domini paleogeografici, appartenenti al margine settentrionale della placca africana o alla microplacca adriatica, rappresentati da piattaforme carbonatiche mesozoiche di mare basso e intervallate da bacini più o meno profondi. Seguendo lo schema proposto da D'Argenio et alii (1973), ritroviamo da ovest verso est: la piattaforma campano-lucana, il bacino di Lagonegro, la piattaforma abruzzese-campana, il bacino molisano e la piattaforma apula.

In seguito alla collisione continentale del Miocene, tra la suddetta microplacca ed il blocco sardo-corso, questi terreni si sovrappongono, traslando in direzione E-NE, attraverso thrusts a basso angolo. Si delinea, dunque, la catena appenninica meridionale in tre fasi principali: la fase langhiana, serravaliana e tortoniana.

In particolare, durante la fase langhiana, si inizia ad avere la deposizione delle Unità Irpine in un bacino di *piggy-back* (bacino irpino o bacino lagonegrese-molisano) con caratteristiche di avanfossa che, sostanzialmente, si imposta nel bacino di Lagonegro; il flysch numidico ne rappresenta un graduale passaggio. Questi terreni bacinali costituiscono l'attuale substrato dell'area irpina.

Secondo Di Nocera *et alii* (2001), nel settore centrale dell'Irpinia si individuano varie successioni stratigrafiche terziarie, riferibili a tre unità stratigrafico-strutturali, caratterizzate da una complessa storia evolutiva tettonica post-sedimentaria. L'unità di Frigento (ex Unità sannite), formata da *Flysch Rosso* e *Flysch Numidico*, correlabili con l'*Unità di Lagonegro II*, e l'*Unità del Fortore*, costituita dalla F*ormazione delle Argille Varicolori* e *Formazione di Corleto-Perticara*, correlabili con le *Unità Lagonegresi I.*

L'*Unità Lagonegro II - Unità Frigento* costituiscono una successione bacinale prossimale. L'*Unità Lagonegro* I e l'*Unità del Fortore* sono formate da una successione bacinale distale. In particolare, nell'Unità del Fortore si trova la *Formazione delle Argille Varicolori del Fortore*.

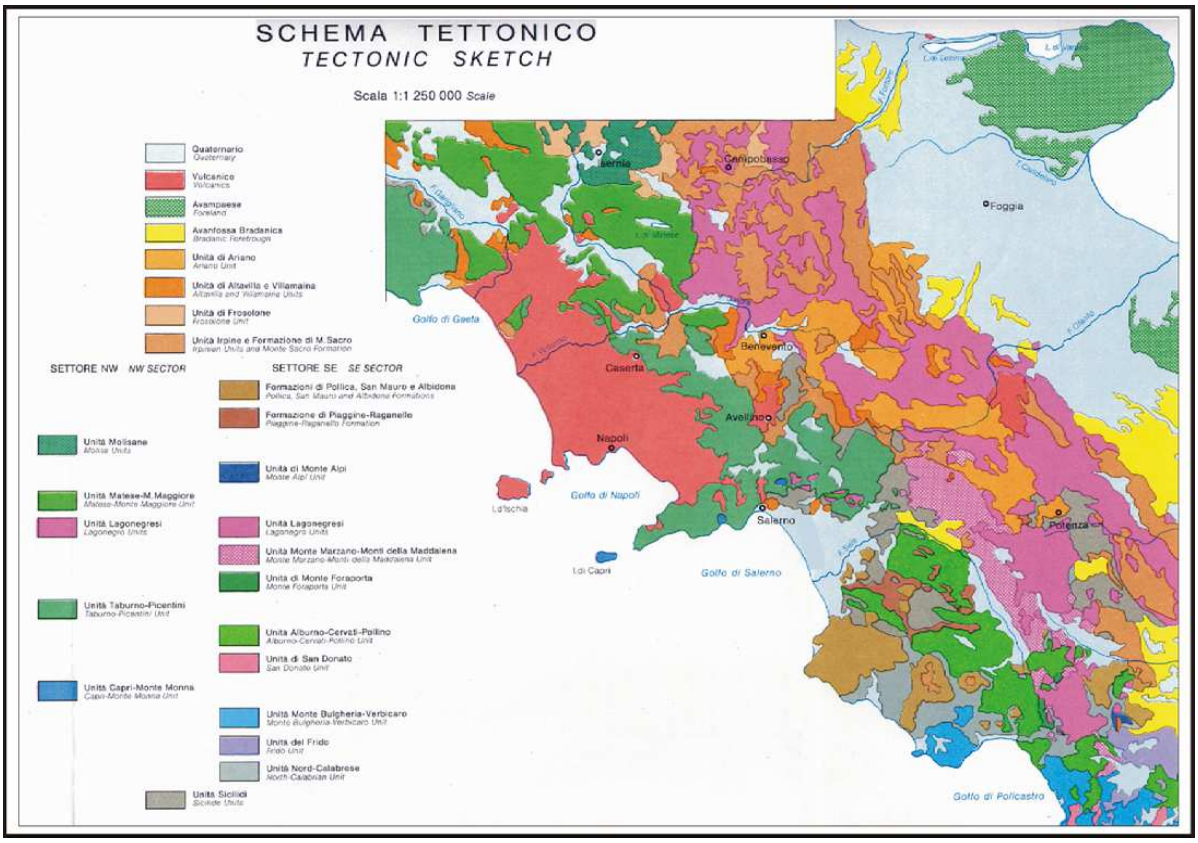
I sondaggi profondi per le ricerche di idrocarburi eseguiti tra Frigento e M. Forcuso negli anni 50 evidenziano la presenza a profondità intorno al migliaio di metri di un substrato carbonatico della cretacico superiore ricoperto da depositi bacinali eo-miocenici (Ippolito *et alii*,1974). Ulteriori conferme sulla presenza a limitate profondità di una substrato carbonatico nell'aria di studio sono riportate in Ortolani & Aprile (1976) e Ortolani *et alii* (1981), sulla base di una indagine geoelettrica tarata sui sondaggi profondi eseguiti nel settore compreso tra i fiumi Ufita e Calore. Gli autori individuano, tra i monti Picentini ed il fiume Ufita, sotto un variabile spessore (da 300 a 2000 m) di terreni riferibili alle unità lagonegresi, un substrato carbonatico, che nell'area del fiume Ufita correlano all'Unità Matese - M. Maggiore, riferita paleogeograficamente alla piattaforma carbonatica abruzzese-campana. Nell'Irpinia centrale il top del substrato carbonatico è segnalato a profondità di circa 500 m.

In discordanza sulle unità tettono-stratigrafiche precedentemente descritte, poggiano depositi sin-orogeni e tardo-orogeni prevalentemente silico-clastici di età compresa tra il Langhiano ed il Pliocene. Al primo gruppo appartengono i terreni flyschoidi dei vari bacini sin-tettonici del Miocene medio-superiore, mentre nel secondo gruppo ritroviamo le Unità di Altavilla e di Ariano, costituiti da depositi prevalentemente clastici di ambiente generalmente neritico dei bacini intra-appenninici plio-pleistocenici.

Le successioni di questo tipo possono essere sottoposte, sempre in discordanza, a depositi sin-orogeni più recenti e post-orogeni, e pertanto possono essere interpretate come "*Unconformity Bounded Stratigraphic Units*" (SALVADOR, 1994).

Nella regione considerata è riconosciuta la successione sinorogene nota come Supersintema di Ariano (BASSO et alii, 2002) che comprende unità di rango inferiore (sintemi), diffuse nei bacini intracatena dell'Appennino campano-lucano e riferiti in letteratura alla "Unità di Ariano" (IPPOLITO et alii, 1973; PESCATORE & ORTOLANI, 1973; COCCO et alii, 1974; IPPOLITO et alii, 1974; D'ARGENIO et alii, 1975). Gli affioramenti terrigeni pliocenici di Montecalvo I. sono ascritti al Sintema della Baronia (Pliocene inferiore) che comprende ortoconglomerati poligenici a matrice sabbiosa a stratificazione spesso indistinta di ambiente alluvionale; sabbie quarzoso-feldspatiche giallastre massive o con strutture sedimentarie di ambiente costiero; silt e argille grigie talora sottilmente stratificate di piattaforma neritica con intervalli arenacei di natura torbiditica; sabbie e conglomerati a luoghi clinostratificati con matrice sabbioso-pelitica arrossata di ambiente fluvio-deltizio. Tale successione poggia, in discordanza, sulla Formazione delle Argille Varicolori.

4.7 STRUTTURE SISMOGENETICHE E SISMICITÀ STORICA



2. *schema tettonico dell'Appennino meridionale (da bonari et alii, 1988a).*

4.7.1 NEOTETTONICA

Nell'evoluzione neotettonica dell'area appenninica in cui ricade il territorio comunale di Montecalvo I. si riconoscono almeno tre eventi: a) emersione nel Pliocene superiore, b) sollevamento complessivo superiore ai 1000 m in più fasi surrettiva, c) attività sismotettonica recente ed attuale.

A partire dal Pliocene medio-superiore, la conformazione paleogeografica dell'area muta completamente; si passa, infatti, da condizioni originarie caratterizzate da un bacino a prevalente sedimentazione marina, delimitato da dorsali montuose poco elevate e allineate in direzione appenninica, ad un paesaggio continentale individuatosi a seguito di una generale surrezione dell'area. In tale fase si sviluppano intensi processi morfologici che conferiscono al paesaggio una

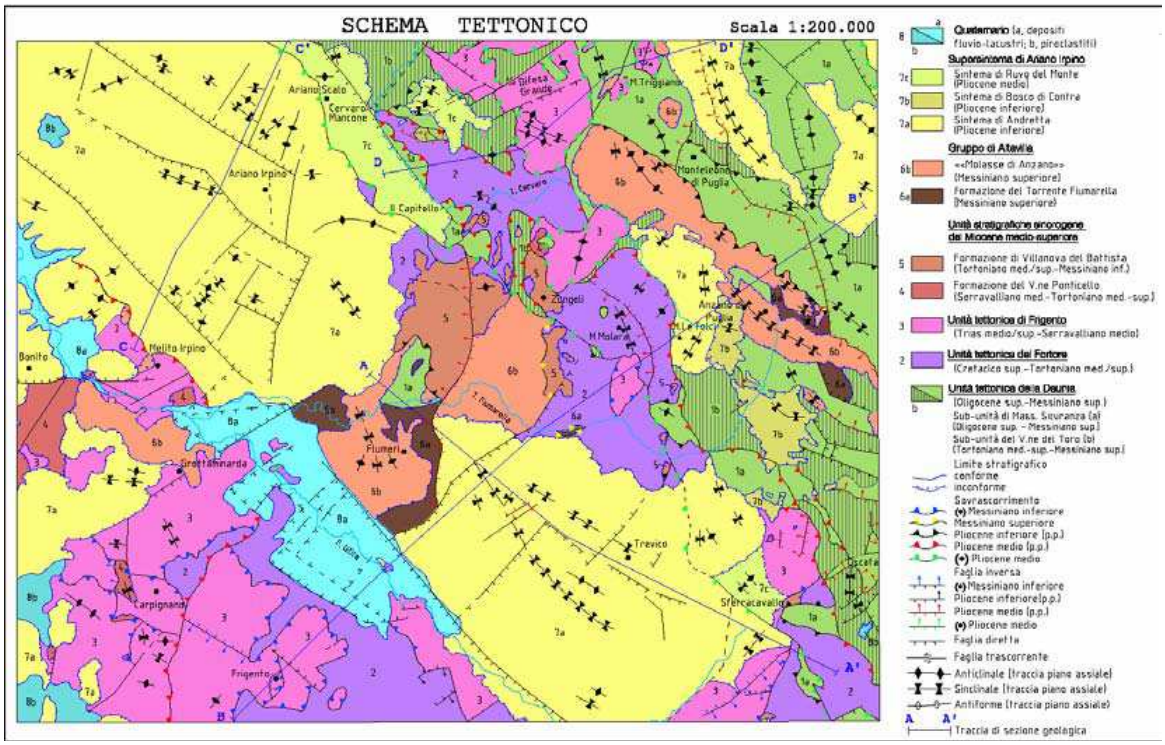
elevata maturità morfologica con l'individuazione di una ampia superficie pianeggiante che tronca la sommità di tutti i rilievi (plaeosuperficie).

Durante il Pleistocene si attua una intensa attività tettonica di tipo surrettivo che genera lo smembramento ed il sollevamento a varie quote (anche fino a 1000 m s.l.m.) della plaeosuperficie spianata. Si realizza cosi in gran parte l'attuale assetto morfologico dell'area; a queste fasi tettoniche del Pleistocene inferiore sono da riferire l'individuazione della valle del fiume Ufita.

L'attività neotettonica è perdurata anche nel corso del Pleistocene medio e superiore conservando un carattere surrettivo sia pure di entità più modesta. Lungo le principali linee tettoniche si configurano dei nuovi piani di faglia che rimodellano le valli e la base dei versanti formatisi con la fase surrettiva precedente.

Analizzando i principali sovrascorrimenti di età pliocenica riportati in BASSO *et alii* (2002), (fig. 3) si osserva che i litosomi infrapliocenici più estesamente affioranti del *Sintema della Baronia* risultano delimitati marginalmente da strutture compressive (sovrascorrimenti, pieghe-faglie o faglie inverse) ai due limiti occidentale ed orientale. Nei Monti della Baronia le strutture più antiche si collocano ad ovest (faglia inversa ad est di Flumeri e fianco esterno verticalizzato di una struttura antiforme con a nucleo l'Unità del Fortore sottoposta alla Unità di Frigento osservabile nell'area tra Frigento ed il fiume Ufita) e la più giovane ad est (sovrascorrimento ad est di Vallata). Nel settore dell'Arianese la successione è limitata dai due sovrascorrimenti di Melito Irpino ad ovest e di Ariano Scalo ad est.

Nell'Olocene ed in epoche storiche la regione ha il carattere di un'area sismicamente attiva, come testimoniato dagli eventi sismici del 1702 e 1732, le cui isosiste mostrano un chiaro allungamento in senso appenninico. Tali fenomeni hanno prodotto dei sollevamenti medi dell'ordine di 0.5 mm/anno, comunemente accertati in altre aree contermini dell'Irpinia.



3. *Schema tettonico del settore irpino-dauno (modificato da BASSO et alii, 2002).*

4.7.2 STRUTTURE SISMOGENETICHE

Il sollevamento della catena appenninica, ancora in atto, i conseguenti assestamenti isostatici e la complessa storia tettogenetica, sono le cause dell'intensa attività tettonica riscontrabile nell'Appennino Campano-Lucano.

La struttura sismogenetica appenninica principale è determinata da un insieme di faglie normali orientate in direzione NW -SE, estese per varie decine di Km, dislocate in senso antiappenninico da linee tettoniche trasversali a prevalente movimento trascorrente (cfr .2.1) .

I principali eventi sismici si concentrano di conseguenza lungo una dorsale sismogenetica che coincide con l'asse della catena, seguendo la direzione NW-SE, come confermato anche dall'ultimo grande evento sismico del 23 novembre 1980 (Ms = 6,9). La distribuzione spaziale di circa 600 repliche, caratterizzate da magnitudo superiore a 2.4, indica un'estensione lineare secondo una direzione appenninica (NO-SE), lunga circa 70 Km, con diffusione laterale degli ipocentri inferiore a 15 Km. L'ipocentro di tale terremoto è stato localizzato presso l'abitato di Laviano, a 40°46' di Latitudine nord e 15°20' di Latitudine est e ad una profondità di circa 18 Km. Un'altra serie di eventi

sismici, di intensità di solito minore rispetto ai precedenti, è connessa all'attività delle linee tettoniche trasversali a prevalente movimento trascorrente.

Un tratto dell'insieme di faglie principali appenniniche passa in prossimità dell'area in esame e corrisponde all'incirca al corso del fiume Ufita; tale elemento rappresenta sicuramente la struttura sismogenetica più importante della zona in studio e negli ultimi secoli ha fatto risentire la sua attività con alcuni forti sismi tra cui quello del 1732.

Va precisato infine che la complessità della struttura geologica della zona appenninica e le attuali condizioni climatiche della regione (rapida obliterazione delle deboli modificazioni topo grafiche), determinano una scarsa evidenza superficiale delle faglie sismogenetiche attive che risultano individuabili sono in seguito ad eventi sismici catastrofici. Di conseguenza gran parte delle strutture sismogenetiche minori risultano attualmente difficilmente cartografabili.

4.7.3 SISMICITÀ STORICA

Gli eventi sismici di rilevanza storica possono essere desunti dai vari cataloghi che raccolgono notizie sugli eventi dei sismi (Baratta (1901), ENEL-ING, etc..); nel nostro caso si è fatto riferimento al più recente documento analitico pubblicato dall'INGV nel 2007 e denominato CPTI04. Da questo catalogo sono stati estratti i dati relativi all'area sismogenetica dell'Irpinia – Sannio i cui terremoti hanno maggiormente arrecato danni nel territorio dell'arianese e, quindi, in Montecalvo I.. Nella tabella 6 si riporta una sintesi dei dati salienti dei principali eventi storici considerati.

I principali eventi sismici che hanno interessato l'abitato di Montecalvo sono:

- 1456, 1688, 1694: hanno provocato gravi danni nel patrimonio edilizio dell'epoca;
- 1732, intensità al sito, scala MCS, Is calcolato = 8, vi sono notizie dirette di danni gravi al patrimonio;
- 1905, 1910, Is calcolato = 7;
- 1930, Is = 7 / 8 (rif. Ariano), arrecò danni significativi alle abitazioni;
- 1962, Is = 8 / 9, (data, 21.08, tempo orig. 18,19', Intensità epicentrale - Io = 9 – scala MCS), dalle schede ufficiali risulta che per tale sisma, il più intenso avutosi in tempi recenti a Montecalvo, gli edifici danneggiati furono 560 fabbricati gravemente danneggiati (1127 persone furono ricoverate in baracche – Genio Civile di Ariano Irpino). Tale sisma determinò danni severi principalmente nella parte alta del centro antico;
- 1980, Is = 7, i danni patiti sono stati significativi, soprattutto nelle strutture non adeguate dopo il sisma del '62.

I maggiori danni all'abitato sono stati provocati dall'attività delle strutture sismogenetiche ubicate fra Lioni e Laviano (sismi del 1980 e 1694) e fra l'Irpinia ed il Matese (sismi del 990, 1456, 1688, 1732). L'analisi delle strutture sismogenetiche e della sismicità storica fa ritenere che l'intensità massima – I_{max}, scala MCS - da attendersi a Montecalvo I. sia comparabile a quella registrata durante il terremoto del 1962 e la base di riferimento per caratterizzazioni sismiche locali è data da un terremoto di Is = 9.

8. Tabella terremoti-storici

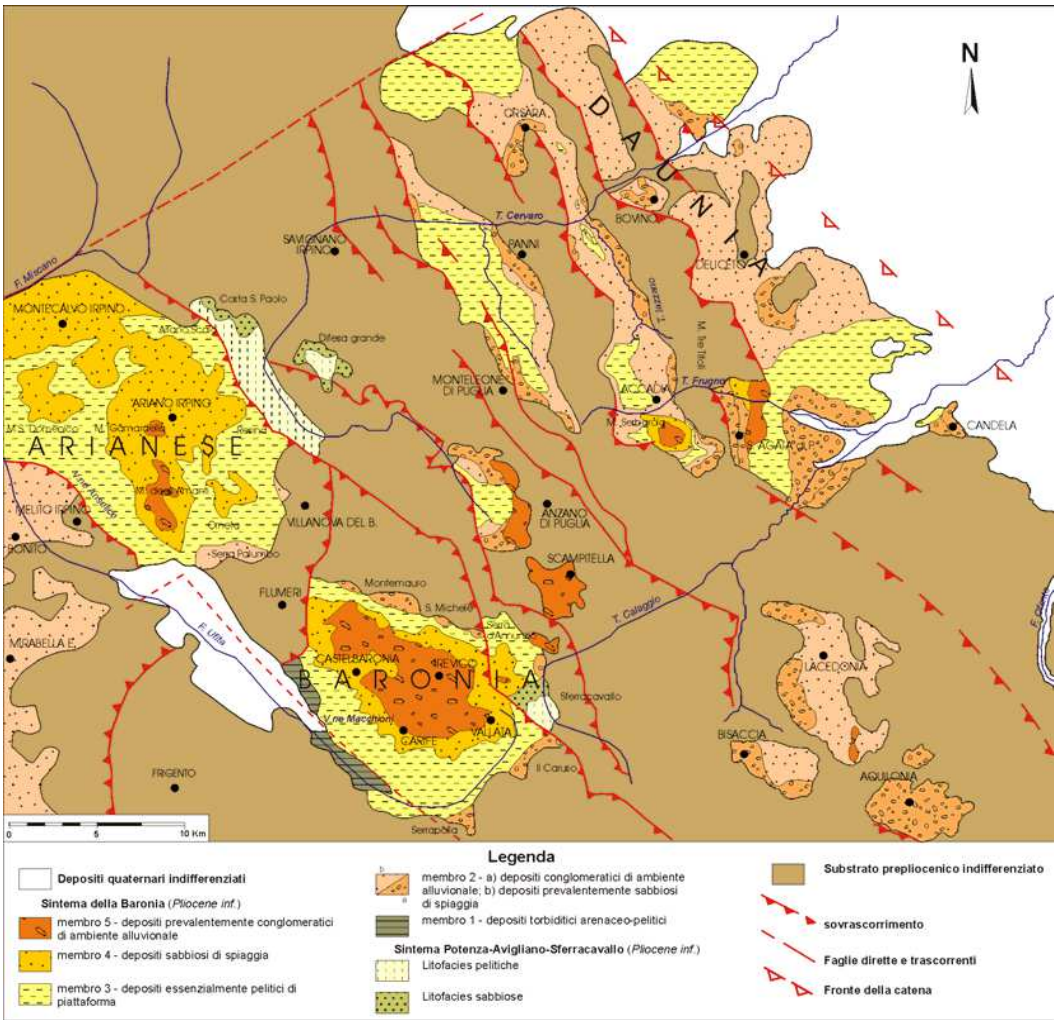
Anno	Mese	Giorno	Or	Minuti	Sec	Localizzazione epicentrale	Magnitudo	ZS9	Intensità ricavate dalle isosiste per Montecalvo Irpino (MCS)
1517	3	17				Ariano Irpino	5,57	927	
1361	7	17	19	30		Ascoli Satriano	6,06	925	VIII
1826	2	1	16			Basilicata	5,68	927	
1851	8	14	13	20		Basilicata	6,33	925	VI
1857	12	16	21	15		Basilicata	6,96	927	VI - VII
1456	12	5				Beneventano	6,60	927	IX - X
1905	3	14	19	16		Beneventano	4,96	927	
1702	3	14	5			Beneventano-Irpinia	6,32	927	IX - X
375						Benevento	6,00	927	
1139	1	22				Benevento	4,63	927	
1885	9	17	9	35		Benevento	5,17	927	
1903	12	7	21	14	54	Benevento	4,83	927	
1731	10	17				Foggia	5,21	925	VI - VII
1739	2	13				Foggia	5,17		
1223						Gargano	6,00	924	
1627	7	30	10	50		Gargano	6,73	924	VI - VII
1646	5	31	4	30		Gargano	6,19	924	
1892	4	20				Gargano	5,15	924	
1893	8	10	20	52		Gargano	5,44	924	
1919	10	21	0	24		Gargano	5,02	924	
1925	8	25	5	10		Gargano	5,09	924	
1951	1	16	1	11		Gargano	5,27	924	
1995	9	30	10	14	34	Gargano	5,22	924	
989	10	25				Irpinia	6,00	927	IX
1732	11	29	7	40		Irpinia	6,61	927	IX - X
1853	4	9	12	45		Irpinia	5,90	927	IV - V
1899	8	16	0	5		Irpinia	4,83	925	
1905	11	26				Irpinia	5,32	927	
1930	7	23	0	8		Irpinia	6,72	925	VIII - IX
1962	8	21	18	19	30	Irpinia	6,19	927	VIII - IX

1996	4	3	13	4	35	Irpinia	4,92	927	
1694	9	8	11	40		Irpinia-Basilicata	6,87	927	VIII - IX
1910	6	7	2	4		Irpinia-Basilicata	5,87	927	
1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	6,89	927	VII
1913	10	4	18	26		Matese	5,40	924	IV - V
1805	7	26	21			Molise	6,57	927	VII - VIII
2002	10	31	10	33	00	Molise	5,78	924	
346						Sannio	6,00	927	
848	6					Sannio	6,00	927	
1293	9	4				Sannio	5,90	927	
1688	6	5	15	30		Sannio	6,72	927	IX - X
1924	3	26	20	50		Sannio	4,64	927	
1125	10	11				Sannio-Molise	5,71	924	

Sono stati considerati tutti i terremoti storici dell'Irpinia - Sannio - Benevento - Irpinia/Basilicata; mentre per quelli del Gargano/Foggia - Molise - Basilicata solo quelli con magnitudo > di 5; 924 - Molise/Gargano,925 - Ofanto 927 - Sannio/Irpinia/Basilicata.

4.8 ASSETTI GEOLITOLOGICI. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA E CARATTERI LITOLOGICI (

Riferimento: Il Bacino di Ariano-Benevento (Pliocene inferiore, Appennino campano): stratigrafia e sedimentologia. Università Federico II di Napoli - Tesi di dottorato di ricerca in scienze geologiche, Dr. T. Mitrano, 2006.



4. Carta geologica schematica dei depositi pliocenici affioranti nel settore irpino-dauno (modificato da CIARCIA et alii, 2003).

Il Sintema della Baronia a cui appartengono i sedimenti pliocenici rilevati nel tenimento di Montecalvo (ambito arianese – baronia) è rappresentato da una successione composta da depositi esclusivamente clastici (argille, sabbie e conglomerati) di ambienti compresi tra l'alluvionale, il costiero ed il marino di piattaforma. Tali depositi poggiano in discordanza angolare al di sopra delle

unità del substrato pre-pliocenico e sono generalmente deformati secondo delle sinclinali ed anticlinali molto blande, con asse orientato grossomodo NW-SE e vergenza nord-orientale.

Nel settore arianese – baronia i depositi pliocenici costituiscono un unico ciclo sedimentario completo asimmetrico, del quale è maggiormente sviluppata la porzione superiore con trend regressivo, con uno spessore complessivo di circa 2000 m. I depositi mostrano una discreta variabilità dei caratteri litologici e sedimentologici (CIARCIA *et alii*, 2003). Tali depositi nel territorio comunale in esame sono deformati, in genere, secondo delle blande sinformi ed antiforme con assi orientati grossomodo SW-NE e NW-SE, tagliate da una serie di faglie ad andamento appenninico, il cui riconoscimento è risultato molto difficoltoso considerata la natura stessa dei terreni interessati; al margine nordovest dell'area rilevata è ubicato un elemento strutturale di importanza regionale, la linea tettonica Benevento-Buonalbergo, che segna il limite settentrionale di affioramento dei depositi pliocenici di catena (Pescatore & Ortolani, 1973; Ortolani, 1974; Di Nocera *Et Alii*, 1975; Ortolani & Torre, 1981; Ortolani & Pagliuca, 1989-90; Ortolani & Pagliuca, 1992).

4.8.1 ANALISI LITO-STRATIGRAFICA

I dati stratigrafici dei sondaggi di riferimento ed i dati dei rilievi di campagna, interpretati alla luce dei recenti sviluppi della ricerca scientifica (T. Mitrano, lavoro citato), hanno permesso di analizzare nel dettaglio le caratteristiche dei litotipi affioranti e sopra descritti ed i loto rapporti geometrici. Nel complesso, come già accennato in precedenza, la successione è costituita da un'alternanza di depositi sedimentari clastici separati da superfici con andamento sub-orizzontale leggermente tiltate verso nord-est, che poggiano, in discordanza angolare, sulle argille varicolori.

Quella che segue è una descrizione dei litotipi secondo l'ordine dal più antico al più recente.

<u>- Argille varicolori del Fortore (Oligocene - Langhiano)</u>

Questa formazione costituisce il substrato ed affiora estesamente nel margine settentrionale dell'area comunale, tra il T. Ginestra ed il T. Miscano.

9. Foto N. 1 versante di argille varicolori in sinistra orografica del T. Miscano

Si tratta di un complesso costituito da argille marnose scagliose e argilliti grigiastre e talora policrome, calcari marnosi e marne silicizzate rossastre, violacee ed azzurrognole, calcilutiti con vene di calcite spatica, calcari con selce, calciruditi e calcareniti torbiditiche con alveoline e nummuliti. Questi litotipi si susseguono con alternanze latero-verticali di pacchi di strati di spessore decametrico, sia a predominanza pelitica sia calcareo-clastica. La stratificazione nell'ambito delle litofacies pelitiche si presenta di regola indistinta o, ove visibile, molto sottile; nelle litofacies calcaree, invece, la stratificazione è ben evidente, ritmica e piano-parallela con strati tabulari ma lateralmente non continui. Questa massa di fondo variegata ingloba, inoltre, blocchi calcarei, che in alcuni casi, possono raggiungere dimensioni superiori alle centinaia di metri cubi. Uno di questo blocchi, cartografato come olistolite nella Tavola 02, si trova nella contrada Laure, in sinistra orografica del T. Ginestra. La presenza di queste olistolite comporta locali dossi contrastanti con gli areali argilloscisti mai acclivi, come nel caso dell'olistolite isolato presente nell'area.

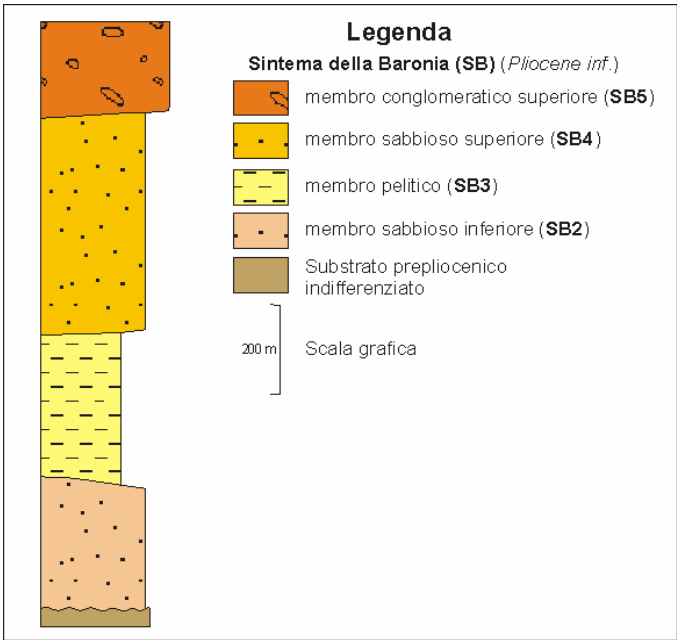
L' intenso trasporto colluviale ed i numerosi e complessi fenomeni franosi che interessano questi terreni, producono una coltre regolitica caoticizzata, potente da pochi decimetri a vari metri, costituita da elementi lapidei eterogenei ed eterometrica inglobate in una matrice di argille scagliose policrome.

<u>Sintema Baronia (Pliocene inferiore – medio – da T. Mitrano, op.c.))</u>

In Montecalvo la successione pliocenica rilevata è costituita alla base da un intervallo prevalentemente sabbioso, membro delle sabbie inferiori, in affioramento lungo il bordo meridionale e quello settentrionale dell'area in esame. Si tratta di sabbie giallognole intensamente bioturbate, in strati a luoghi amalgamati, con intercalazioni siltoso-argillose che diventano più frequenti nella porzione superiore di questo membro; lo spessore è di almeno 300 metri. Il membro sabbioso passa verso l'alto e lateralmente ad una litofacies pelitica, distinta come membro delle peliti, costituito nella porzione basale da argille, argille siltoso-marnose e siltiti di colore grigio-azzurro, con rari piccoli gusci di molluschi, che affiorano estesamente in località Merze Santa Maria e alla base del vallone a sud-est di Montecalvo Irpino; verso l'alto passano gradualmente a depositi sabbiosi a grana fine, talvolta cementati; la stratificazione risulta assente o parallela planare mal definita ed è accennata una laminazione piano-parallela alla scala millimetrica; complessivamente raggiungono uno spessore circa 350 metri. Segue un nuovo intervallo prevalentemente sabbioso, il membro delle sabbie superiori, costituito nella parte inferiore da alternanze in strati medi e sottili di sabbie con matrice siltoso-marnosa e di areniti tenere giallastre a grana medio-fine e fine con interstrati di siltiti; nella parte superiore si riconoscono sabbie a grana media e grossa con abbondanti frammenti di gusci e valve intere di ostreidi e pettinidi, con sottili interstrati marnoso-argillosi verdastri e livelletti di ciottoli; questo membro è il più diffuso arealmente e presenta uno sviluppo di circa 500 metri.

I depositi psefitici sommitali, distinti come membro dei conglomerati superiori , poggiano con un contatto transizionale per alternanza sul membro sabbioso. Si tratta di alternanze di ortoconglomerati in banchi con intercalazioni di sabbie compatte ed arenarie tenere, passanti lateralmente e verticalmente a sabbie con lenti di ortoconglomerati e paraconglomerati poligenici a prevalente matrice sabbiosa; questi depositi affiorano prevalentemente nelle zone di cerniera delle sinformi, in particolare in località Pretara e Brecce, a nord-ovest di Montecalvo Irpino. Localmente si rinvengono livelli discontinui di depositi argillosi nerastri con faune oligotipiche, ascrivibili ad ambienti lagunari, (Barra et alii, 1998a; 1998b; Aiello et alii, 2005) ed orizzonti centimetrici di natura cineritica, che si rinvengono in località Sant'Andrea e Fosso del Vallo. Al top di questo membro si rinvengono conglomerati organizzati in corpi stratoidi con buona persistenza laterale e spessori variabili da pochi centimetri a qualche metro; presentano elementi ben arrotondati con forme da subsferiche a discoidali, con una buona selezione granulometrica in almeno due mode e presenza di fori di litodomi ; questa litofacies si rinviene in affioramenti di estensione piuttosto limitata in località Marinella e in località Tressanti. I rapporti tre le varie litofacies è illustrato nello schema dei rapporti

stratigrafici in figura n. 10; complessivamente questo membro presenta uno spessore di circa 200 metri.



10. Colonna stratigrafica schematica della successione pliocenica affiorante nell'area di Montecalvo Irpino

Caratteri Litologici

Il centro abitato di Montecalvo Irpino poggia su depositi arenaceo-sabbiosi giallastri che sovrastano argille siltoso-sabbiose grigie; l'intera successione è ascrivibile al *Sintema della Baronia* (Basso *et alii*, 2002; Ciarcia *et alii*, 2003).

Membro arenaceo sabbioso

Definito come il *Membro delle Sabbie di Montecalvo Irpino* nel "Progetto C.A.R.G.", quest'affioramento rappresenta il substrato su cui è impostato l'abitato ed i principali crinali dell'area (M. Fontana del Bosco, M. Tressanti, M. delle Cesine).

11. Foto nn. 2 – 3. Nella Foto n.2, a sinistra, si può notare il membro arenaceo-sabbioso in un taglio ai margini di una cava sul versante a nord del centro abitato; nella foto 3, a destra, si evidenzia un particolare del membro arenaceo – sabbioso con evidenza di gusci di molluschi.

Si tratta di facies, riferibili ad un ambiente di spiaggia, costituiti da sabbie quarzo-feldspatiche, a grana media e grossolana con abbondanti frammenti di gusci di ostreidi e pettinidi, caratterizzato da sottili interstrati marnoso-argillosi verdastri e livelli di ciottoli. Si alternano areniti giallastre a grana media e fine, poco cementate, ed interstrati di siltiti.

Localmente il complesso mostra una forte eterogeneità per la presenza, in alcuni casi di intercalazioni di ortoconglomerati in strati e banchi, con ciottoli subarrotondati di diametro compreso tra qualche centimetro ed alcuni decimetri.

La coltre di alterazione, per lo più ridotta al solo livello pedogenetico, diventa cospicua nelle fasce depresse per la fenomeni di passata colluviazione e localmente in prossimità del centro abitato.

Membro pelitico

Il membro arenaceo-sabbioso di cui sopra passa verso il basso a quest'altro tipo di terreno, definito come il *Membro delle Peliti di Vallone Macchioni* nel "Progetto C.A.R.G.". Affiora con una facies argilloso-siltosa nella valle del T. Miscanello, a sud dell'abitato, e con una facies siltoso-sabbiosa ai margini orientali dell'area studiata.

12. Foto n. 4 panoramica del versante a sud dell'abitato dove affiora, per larga misura, il membro pelitico; al centro scorre il T. Miscanello.

Il membro è costituito alla base da argille siltoso-marnose e silt di colore grigiastro, talora con abbondante frazione sabbiosa, e rari piccoli gusci di molluschi; la bioturbazione può essere intensa. Gradualmente si passa a silt sabbiosi e sabbia a grana fine con stratificazione assente o mal definita. L'ambiente di sedimentazione è di spiaggia sommersa.

Quando il contenuto in argilla è prevalente, la massa assume le caratteristiche di argille grigio-scure fini e compatte a frattura concoide. Si tratta di argille e argille siltose di colore grigio-cenere o grigio-azzurro, che si presentano amalgamate oppure a stratificazione orizzontale, spesso a frattura

concoide e con spessori degli strati di pochi decimetri; sono frequenti le intercalazioni di livelli di sabbie siltose più competenti, in cui si riconoscono clay balls di dimensioni centimetriche, di forma generalmente schiacciata ed abbondanti residui carboniosi nerastri .

Formazioni superficiali (Quaternario)

Si includono in questo gruppo tutto quei depositi, pleistocenici ed attuali, che ritroviamo come copertura del substrato rappresentato dai terreni descritti finora.

Tali terreni sono, essenzialmente riconducibili a:

Alluvioni recenti ed attuali: sono i depositi torrentizi relativi al F. Ufita ed ai torrenti Miscano, Miscanello e Ginestra. Sono costituiti, dal punto di vista litologico, da ghiaia e sabbia eterometrica con abbondante limo argilloso interstiziale; il rapporto tra clasti e matrice oscilla entro limiti molto ampi a seconda della posizione, sia longitudinale che trasversale, rispetto al corso d'acqua: l'assieme varia da un deposito ghiaioso, in prossimità del letto fluviale, ad un vero e proprio limo argilloso con ciottoli sparsi, lungo fasce più distali.

Detriti di falda, conoidi di deiezione e cumuli di frana: si tratta depositi eluviali e colluviali, derivanti dal disfacimento prevalentemente dei depositi pliocenici, localmente pedogenizzati e associati a piroclastiti argillificate; si rinvengono, inoltre, modesti accumuli di detrito e piccole conoidi di deiezione generalmente alla base dei versanti e allo sbocco dei valloni che incidono gli stessi, spesso con interdigitazioni a struttura lenticolare con le alluvioni del fondovalle; infine sono molto diffusi e, a volte, di relative grosse dimensioni, i corpi di frana, formati da detrito sciolto caotico eterogeneo ed eterometrico; la natura del materiale franato dipende dalla successione originaria coinvolta.

4.9 ASSETTO STRUTTURALE

I motivi tettonici più rilevanti dell'Appennino meridionale sono riferibili alla fase traslativa miocenica e a quella distensiva plio-quaternaria.

Alle fasi di raccorciamento mioceniche sono associati thrust e overthrust, NNE vergenti, dei carbonati meso-cenozoici che sono sovrascorsi, in larga misura, su terreni bacinali. Tale fase ha prodotto la traslazione dei terreni del bacino di Lagonegro prima e di quello irpino poi e delle argille varicolori.

Durante il Pliocene e Quaternario seguono fasi prevalentemente distensive che, come mostra l'attività sismica recente, si possono considerare ancora in atto. Tali strutture corrispondono a faglie ad alto angolo con cinematiche dirette e trascorrenti aventi, generalmente, andamento "appenninico" (NW-SE) ed "antiappenninico" (NE-SW).

In particolare, dal Pliocene superiore si riconosce nell'area irpina una fase neotettonica con prevalenti movimenti verticali. Su una paleomorfologia iniziale si sono sviluppati processi di tipo erosionale, con formazione di superfici spianate che testimoniano l'emersione di questo tratto di catena.

Con una fase tettonica da collocare circa all'inizio del Pleistocene medio (700'000 anni b.p.) le superfici spianate vengono dislocate in blocchi disposti a varie quote.

Lungo il corso del T. Miscano e T. Ginestra la corrispondenza tra allineamenti tettonici è tracciato dell'idrografia è testimoniata dalle brusche e ripetute deviazioni dei corsi d'acqua in pochi chilometri ed in presenza di litologie omogenee.

I successivi eventi neo-tettonici verificati tra 30'000-20'000 anni b.p. hanno determinato un esteriori "assestamenti verticali", con movimenti relativi dei blocchi già individuati in precedenza.

5 CARATTERI GEOTECNICI DEI TERRENI

Di seguito vengono descritte le caratteristiche meccaniche dei terreni. Tutti i parametri geomeccanici delle coltri sono utilizzati nel progetto di cartografia tematica ed è stata elaborata la carta litotecnica del territorio (Allegato 6 dell'Atlante T01).

I litotipi che si rinvengono nell'area, elencati in base alla loro successione cronologica deposizionale**,** dal più antico al più giovane, sono i seguenti:

Substrato

- argille varicolori;
- argilla pliocenica – Unità di Ariano;
- sabbie e areniti con intercalazioni argillose – Unità di Ariano;
-

Coperture

- depositi alluvionali;
- depositi di frana.

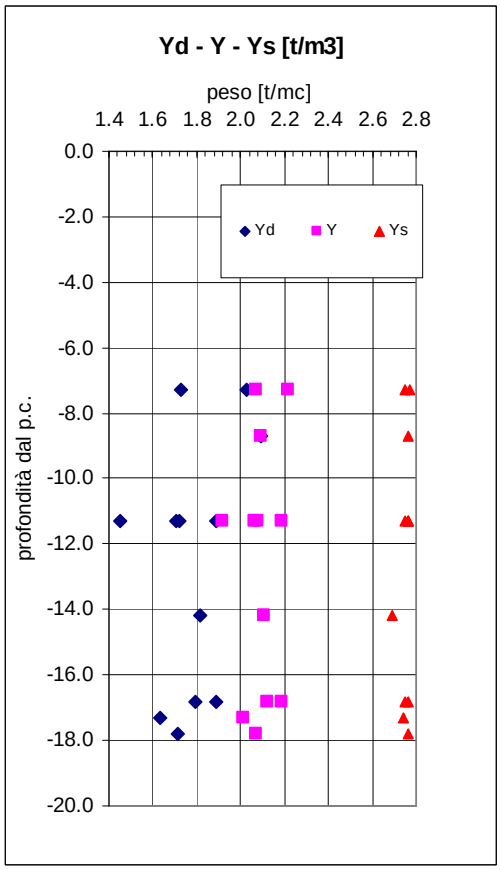
Le caratteristiche geotecniche dei litotipi, che governano, tra l'altro. la risposta sismica al suolo e la stabilità dei sopraelencati litotipi sono ricavati dallo studio di riferimento e dalle analisi di laboratorio effettuate su campioni indisturbati prelevati in vari sondaggi, nonché dalle prove condotte in sito.

5.1 ARGILLE VARICOLORI

Questa formazione si ritrova esclusivamente nell'area denominata della Malvizza, al confine con il territorio di Casalbore e di Ginestra degli Schiavoni. Si tratta argille che risultano essere, dal punto di vista geotecnico, riconducibili alle argille varicolori scagliose; il peso dell'unità di volume - γ - = 2.0 t/m^3, angolo di attrito interno 16°< φ < 20° ed una coesione c'> 30 KPa.

Sono molto suscettibili al contatto con l'acqua, in quanto perdono gran parte delle loro proprietà meccaniche creando, di sovente, diverse superfici di scorrimento roto-traslative.

Nella figura 13 che segue si riporta gli andamenti misurati dei valori dei pesi specifici delle argille varicolori.

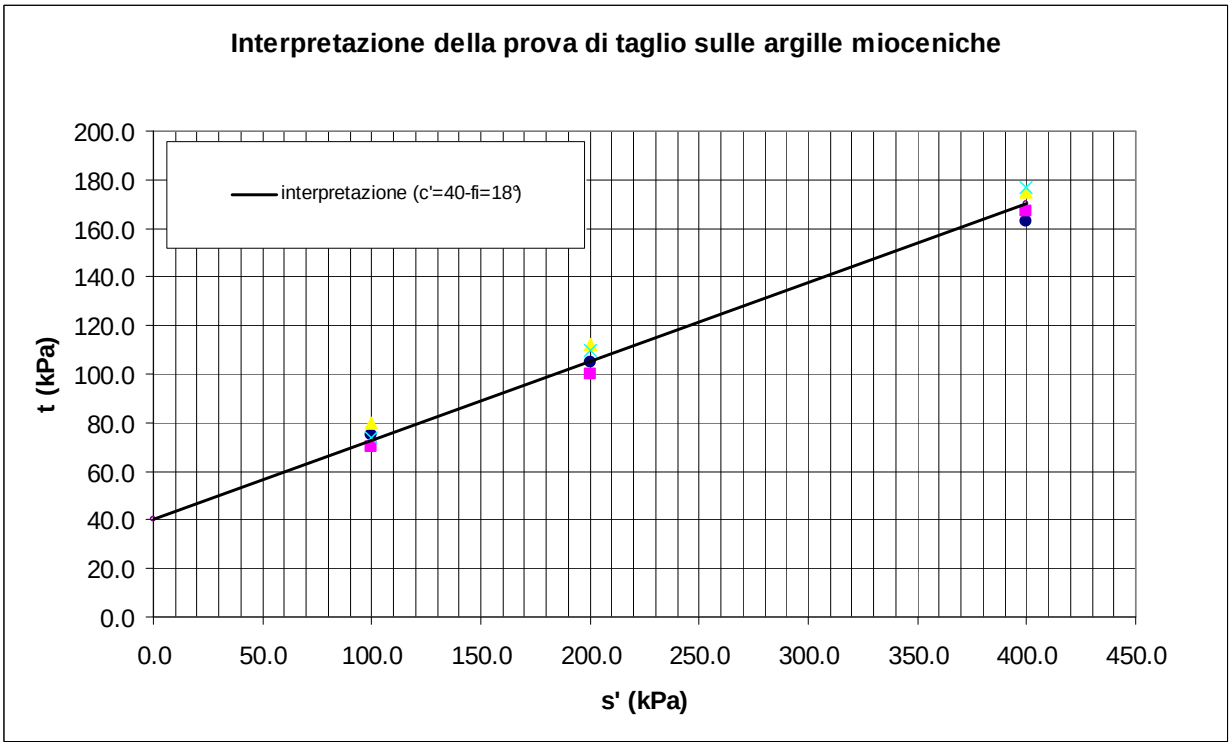


13. Parametri indici delle argille varicolori

In particolare la porosità si attesta attorno ad un valore medio del 35%, mentre l'indice dei vuoti sullo 0.5.

La nota caratteristica peculiare è che i valori hanno uno scostamento dalla media molto ridotto, il che conduce a dire che le argille in questione hanno un comportamento ben distinguibile.

A questo punto si è passato alla caratterizzazione delle proprietà geotecniche mediante un'interpretazione di una serie di prove di taglio comparate con prove triassiali; per brevità si riporta la sola interpolazione della prova di taglio che mostra chiaramente come la retta di interpolazione di valore φ = 18° e c' = 40 KPa.



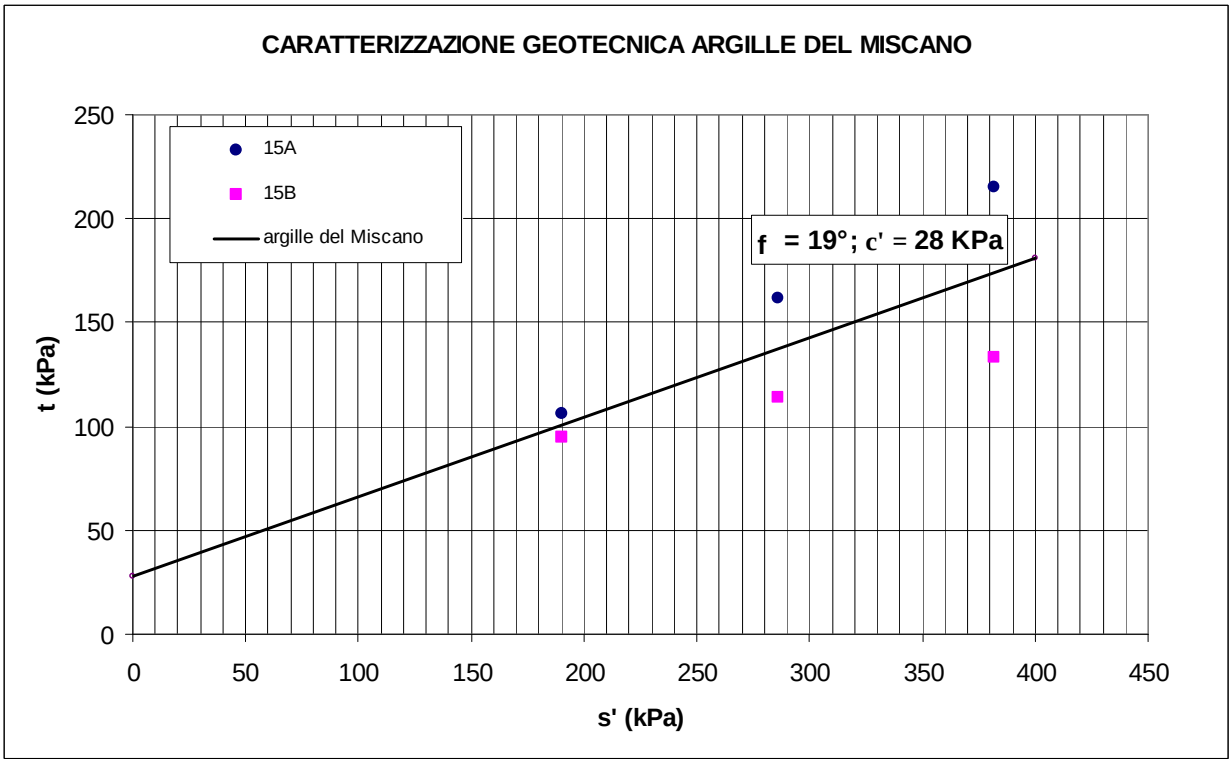
14. Interpretazione della prova di taglio sulle argille varicolori

5.2 ARGILLA PLIOCENICA (SINTEMA BARONIA)

Questi depositi presentano le seguenti caratteristiche geotecniche:

- peso dell'unità di volume - γ - = 1.9/2.0 t/m^3
- angolo di attrito interno 18°< φ < 23°
- coesione 0.1<c'<0.5.

Si riporta di seguito un'interpretazione di una serie di prove di taglio comparate con prove triassiali.



15. interpretazione delle prove di taglio diretto sull'argilla pliocenica

5.3 SABBIE E ARENITI CON INTERCALAZIONI ARGILLOSE (BARONIA)

Questo complesso litologico, affiorante in gran parte dell'area urbana: in particolare nel centro storico e, in special modo, con il complesso francamente arenitico, nel rione Tappeto, notoriamente interessato da "grotte" episuperficiali (zona di interesse geostatica e geo-antropologico – si veda l'Allegato n. 7 e 8 dell'Atlante Cartografico T01-). Tale complesso presenta buone caratteristiche meccaniche: in esso si ritrovano sabbie a granulometria medio fine con diverse bancate arenacee.

Nella figura 16 si riportano gli andamenti dei pesi per unità di volume confrontati con il peso del secco, così come i valori della porosità in percentuale.

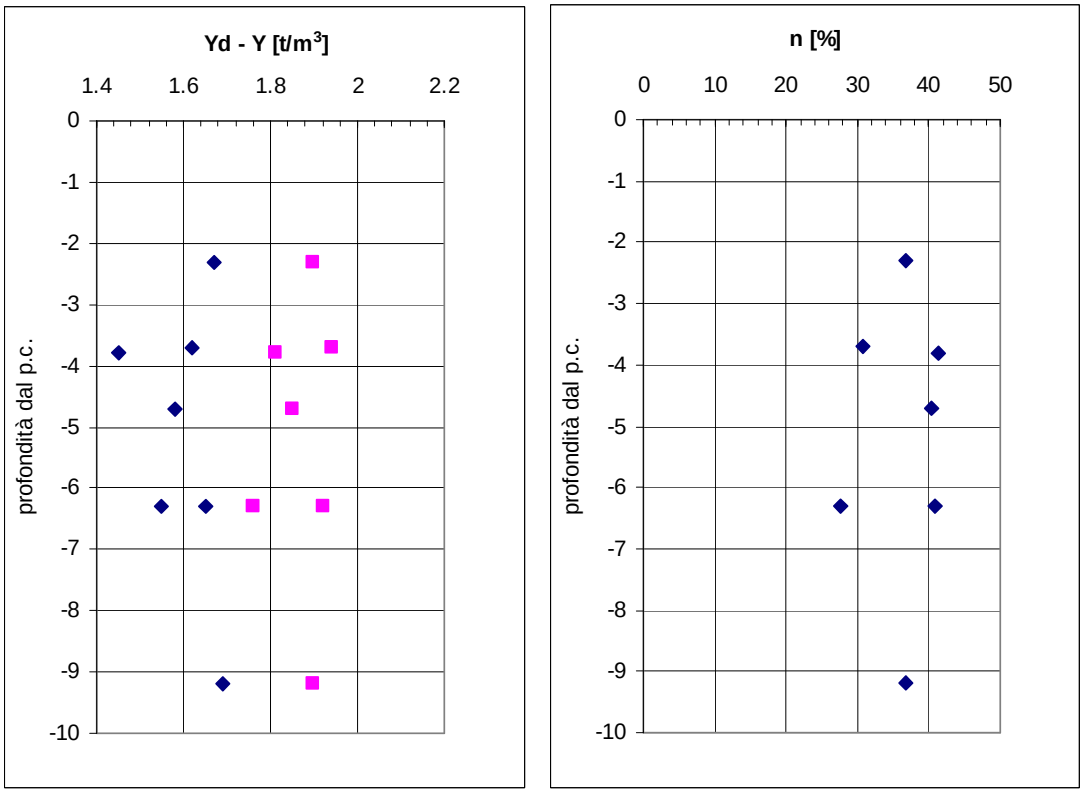
Si può notare dall'analisi dei due diagrammi che laddove l'addensamento cresce si è in presenza di livelli arenacei, mentre dove la porosità è più alta ci si trova di fronte a litologie prevalentemente sabbiose.

In taluni casi la sequenza stratigrafica presenta interstrati sabbioso-argillosi, le cui caratteristiche variano a seconda della maggiore o minore potenza degli strati argillosi. Si rileva in questi livelli

litologici una resistenza a taglio, in termini di coesione, che raggiunge anche livelli piuttosto elevati: c'=50 KPa.

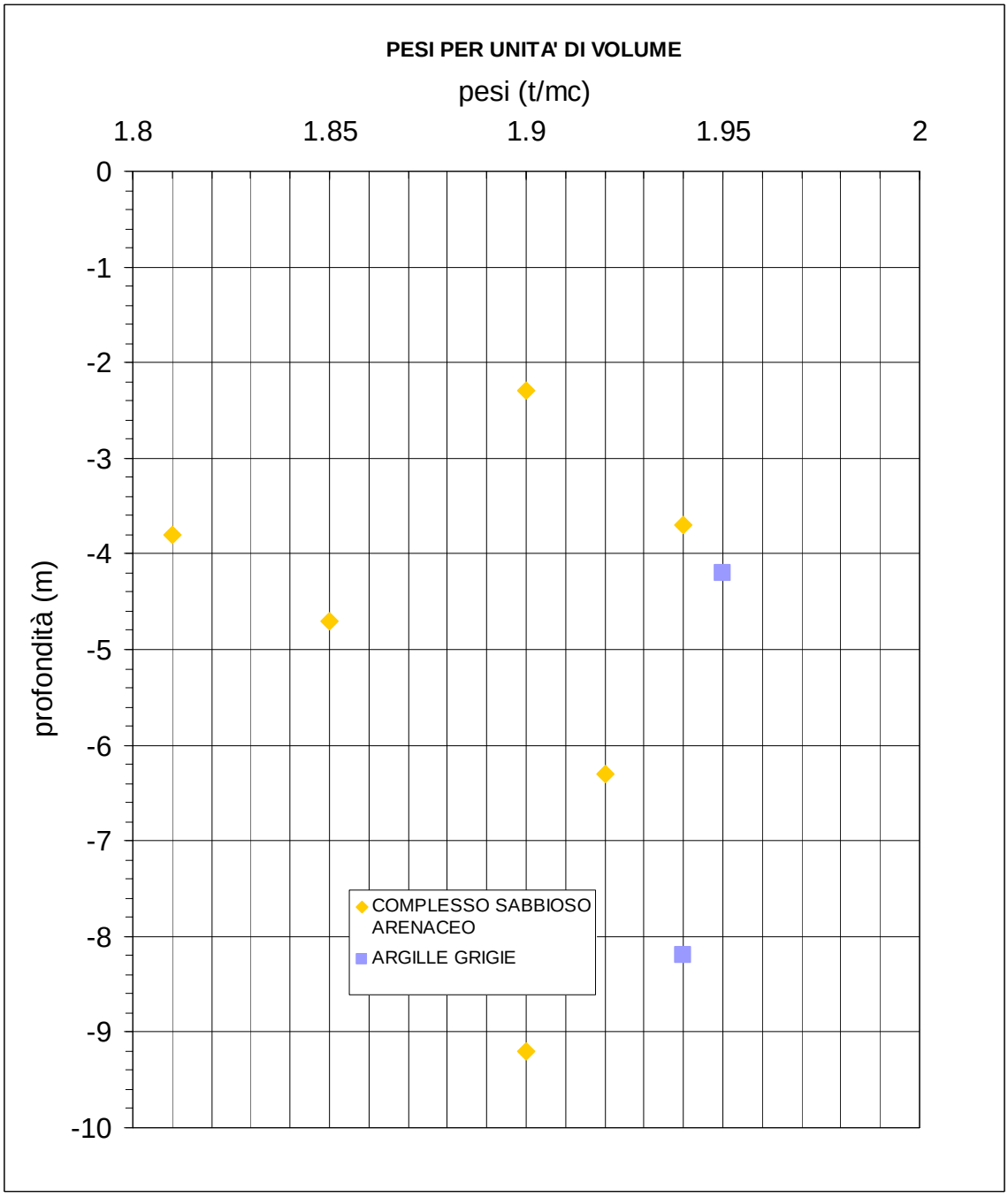
Gli strati argillosi si presentano spesso in banchi di spessore variabile da pochi decimetri a qualche metro e contribuiscono a modificare le proprietà geotecniche dei materiali aumentando soprattutto la coesione di tali materiali.

Rappresentano inoltre gli impermeabili relativi di falde sospese, di modesta rilevanza, che si impostano nei livelli sabbiosi più permeabili.



16. andamento del Peso per unità di volume, del peso per unità di volume secco e della porosità.

Dal grafico di figura 8 si ricava che γ_{medio} = 19 KN/m^3. Si può notare che i livelli argillosi presenti nel complesso litologico assumono pesi dell'unità di volume maggiori.

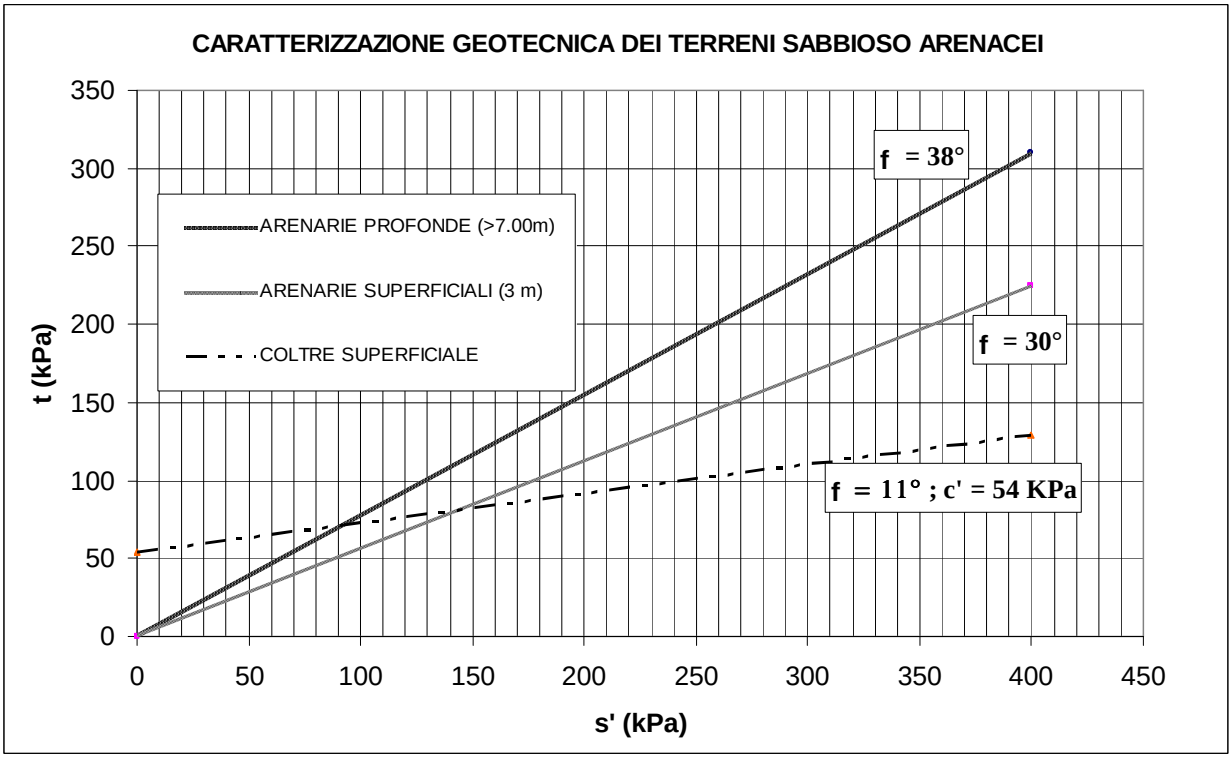


17. comparazione del Peso per unità di volume, per le argille e le arenarie plioceniche

I valori dei parametri di resistenza meccanica sono stati ricavati dall'interpretazione di un significativo numero di prove SPT e dalle prove di laboratorio condotte sui campioni di terreno prelevati nel corso dei sondaggi effettuati prevalentemente nel perimetro urbano; i risultati sono

graficizzati nella figura n. 18. Le proprietà meccaniche dei materiali in esame sono variabili a seconda della profondità di campionamento.

I risultati mostrano il differente grado di addensamento, con valori dell'angolo di attrito interno compreso tra 30° e 37°, al variare della profondità di campionamento e quindi della tensione litostatica in sito.



18. interpretazione delle prove di taglio diretto sui terreni arenacei, e della coltre di copertura

È altresì evidente che la coesione apparente, o suzione, non viene rilevata in questo tipo di prova, dal momento che il rimaneggiamento ne causa l'alterazione.

Del resto a piccola scala, e cioè per la geotecnica riguardante le singole opere, il parametro della coesione va sicuramente trascurato, mentre è da tenersi in considerazione per studi che coinvolgono fenomeni di stabilità di pendii oppure opere di grande rilevanza.

Si può dire che il parametro della coesione apparente è stimabile intorno ai 50 KPa.

Nello stesso diagramma è stata posizionata anche la curva caratteristica dei terreni di alterazione superficiale per due motivi fondamentali:

- mostrare che questo litotipo deriva dall'alterazione meccanica del substrato sabbioso-arenaceo, evidenziato dal drastico abbattimento dell'angolo di attrito;
- rilevare che la coesione di questi litotipi è paragonabile a quella del complesso sabbioso arenaceo.

5.4 DEPOSITI ALLUVIONALI

Questa formazione riempie le due ampie valli fluviali del Miscano, sicuramente più ampia ed estesa nel tenimento di Montecalvo, e del fiume Ufita, qui assai ridotta. Trattasi di coltri detritiche che poggiano su un substrato argilloso.

Il peso dell'unità di volume - γ - = 2.0 t/m^3, l'angolo di attrito interno è compreso tra 20°< φ < 35°, al passaggio dai limi alle sabbie e per finire alle ghiaie.

Di solito si rinvengono alternanze di ghiaie, sabbie e limi, in sequenze non ritmiche e più volte ripetute con geometrie sedimentarie spiccatamente lenticolari; i livelli di ghiaie, in spessori maggiori e ben definiti, seppure con matrice sabbioso-limosa abbondante, a luoghi prevalente, si rinvengono in prossimità delle aree golenali; verso i bordi delle valli si assiste, per l'interdigitazione del detrito di versante, al prevalere della frazione sabbioso-limosa e limoso-sabbiosa, mentre i diametri nominali dei clasti si riducono. In tali fasce le potenze del detrito sono anche superiori ai 5 m ..

5.5 DEPOSITI DI FRANA

Tali terreni, con particolare riferimento ai cumuli di frane in terreni prevalentemente argillosi, hanno scarsissime proprietà meccaniche dal momento che presentano parametri di resistenza residua con coesione nulla.

6 SCHEMA IDROGEOLOGICO

Nella presente sezione si riferisce sui risultati conseguiti con lo studio finalizzato alla definizione degli assetti idrogeologici del territorio e, in particolare, dei complessi litologici affioranti. Per conseguire i suddetti obiettivi è stata ricercata ed analizzata la bibliografia esistente ed il censimento dei punti d'acqua naturali ed artificiali. Sulla scorta della carta geologica, i terreni affioranti sono stati analizzati in base alle caratteristiche di permeabilità e raggruppati in diverse unità idrogeologiche; in tal modo, le emergenze - sorgenti - rilevate e censite sono state inquadrate sotto il profilo della potenzialità idrica teorica. I dati sono stati sintetizzati e graficizzati nella Tavola 04.

Un dato importante va da subito evidenziato: escludendo le piane alluvionali, potenzialmente produttive e rilevanti ai fini idrogeologici, le restanti porzioni del territorio non evidenziano risorse idriche di importanza che non sia locale – la maggior parte delle scaturigini (alcune in ambiti urbani, con portate di 0.5 lsec-1) sono di modesta portata ed utilizzate per usi irrigui o, limitatamente, promiscui -. Le portate dei fenomeni sorgentizi, per lo più stagionali, sono, in genere, di modesta entità. Il censimento dei pozzi, ha consentito di verificare che si tratta per lo più di scavi eseguiti per necessità irrigue nello spessore delle coltri degradate con conseguente potenzialità idrica ridotta e stagionale. Ciò nonostante tutte le aree di emergenza delle falde idriche e relative aree di ricarica vanno protette dal depauperamento e dall'inquinamento. Nell'esteso dominio dei sedimenti sabbioso-arenacei si è in presenza di falde frazionate con bacini idrogeologici limitati. La direzione generale di scorrimento delle acque che si infiltrano in superficie è governata dall'immersione a grande scala dei sedimenti pliocenici: N-NE; il tetto dell'impermeabili locale è dato dalla sommità del complesso delle argille azzurre con quote medie poste tra 500 e 525 m. slm..

In sintesi, le risorse idriche presenti nel territorio, data la peculiarità degli acquiferi, si caratterizzano quasi esclusivamente [6] quali " risorse idriche minori ", nel senso che la frammentarietà e le scarsa capacità di accumulo degli stessi non consentono lo sviluppo di falde idriche di elevata potenzialità.

Per la distinzione dei complessi litologici, in base alle specifiche caratteristiche di permeabilità, in complessi idrogeologici – evidentemente qui coincidenti – si rimanda alla tabella n.3.

Riguardo le emergenze dei "vulcanelli di fango" o "Bolle" della Malvizza si rimanda al capitolo specifico.

6.1 PERMEABILITÀ CARATTERISTICA DEI COMPLESSI LITOLOGICI.

La permeabilità relativa di ciascun complesso litologico è stata determinata in base a quattro diversi tipi: alta, media, bassa, nulla.

La determinazione della permeabilità di ogni termine litologico è stata ricavata dal comportamento dei vari complessi, attribuendo ad ogni complesso una sola classe di permeabilità.

Le alluvioni, per la loro eterogeneità, sono state considerate ad alta permeabilità nei depositi intorno alle aste fluviali principali.

Sono stati considerati a bassa permeabilità i complessi arenaceo-sabbiosi del pliocen ed i detriti arealmente sviluppati in cui prevalgono gli elementi sulla matrice.

A permeabilità nulla sono stati considerati i complessi prevalentemente argillosi:

COMPLESSO LITOLOGICO	Litologia prevalente	PERMEABILITA'
Detritico	brecce e ghiaie	Medio-bassa
Alluvionale	ghiaie	alta
Sabbioso-arenaceo	Sabbie ed arenarie	media
Argilloso	argille	bassa

19. Classi di permeabilità

Con gli elementi a disposizione e la scala di riferimento prevista non si è in grado di fornire un maggiore dettaglio, che deve essere demandato a successivi studi particolareggiati; pertanto tale classificazione deve essere utilizzata per evidenziare le caratteristiche generali del territorio e non quelle particolari che richiedono maggiori dettagli e specifici approfondimenti puntuali.

Va rilevato che nella successiva individuazione dei complessi idrogeologici le varie litologie sono stati anche accorpate per evidenziare il comportamento di queste, non solo per quanto concerne la permeabilità relativa, ma soprattutto in relazione alla capacità di infiltrazione delle acque di alimentazione diretta che alimentano le circolazioni idriche sotterranee.

6.2 COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Come è noto per " complesso idrogeologico" si intende “ parte di un dominio (unità) dotato di una comprovata unità stratigrafica, strutturale e morfologica, ai cui bordi possono verificarsi condizioni che annullano o ostacolano i travasi d'acqua sotterranei ed al cui interno i termini litologici, complessivamente omogenei nel tipo e nel grado di permeabilità, si comportano in modo più o meno uniforme nei riguardi dell'infiltrazione, dell'immagazzinamento e del movimento delle acque sotterranee (Castany, Celico, et alii).

Il territorio è stato suddiviso nei seguenti complessi:

- alluvionali principali;
- prevalentemente sabbioso-arenacei:
- prevalentemente argillosi.

6.2.1 COMPLESSI ALLUVIONALI PRINCIPALI.

I complessi alluvionali principali corrispondono alle aree di massimo spessore di sedimenti sabbioso- ghiaiosi coincidenti con gli alvei, e/o paleoalvei, dei corsi d’acqua: Miscano e Ufita; più specificatamente, data la modesta estensione della piana dell’Ufita nel tenimento di Montecalvo, appare rilevante il la valle del Miscano: medio corso, tra Montecalvo e Casalbore.

Si tratta di depositi eterogenei perché la sedimentazione è tipicamente rapida e discontinua, con condizioni di deposizione dei sedimenti variabili anche in relazione allo stato giovanile, maturo o senile del corso d'acqua.

Basti considerare che lungo l'alveo esiste un'accentuata selezione dei clasti, sia in senso longitudinale (granulometria decrescente da monte verso valle), sia in senso trasversale (granulometria decrescente dal centro verso le sponde) ed in verticale (alternanza di sedimenti grossolani e minuti dovuti, rispettivamente, a sedimentazioni avvenute in periodi di piena e di magra).

In conseguenza di questi e di altri fenomeni di minore interesse idrogeologico, gli acquiferi alluvionali sono caratterizzati dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate parallelamente alla direzione della corrente che le ha depositate. Ciò si traduce in una circolazione idrica per " falde sovrapposte ", con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa.

Le diverse falde possono essere ricondotte quasi sempre ad un'unica circolazione idrica sotterranea, perché il particolare tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti lascia moltissime soluzioni di continuità tra depositi permeabili e depositi relativamente meno permeabili. A ciò bisogna aggiungere gli interscambi in senso verticale o sub-verticale dovuti al fenomeno di drenanza.

Molto spesso si osserva che le varie falde, nonostante siano tra loro intercomunicanti, presentano quote di livellamento differenziato per il diverso carico piezometrico.

Anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque possono essere differenti da falda a falda. Il fenomeno è generalmente legato al mescolamento tra acque aventi circuiti parzialmente diversi e possibilità di ricambi differenti.

I recapiti delle falde contenute in questi tipi di acquiferi sono quasi sempre rappresentati dai fiumi e/o sorgenti ubicate nei punti in cui la superficie topografica incide quella piezometrica, o da acquiferi adiacenti.

I dati idrogeologici disponibili relativi alla piana del Miscano indicano la presenza di una circolazione idrica che avviene all'interno della successione alluvionale. Le aree rappresentano zone molto interessanti in quanto il locale substrato argilloso è ribassato determinando le condizioni per un accumulo idrico sotterraneo.

I livelli piezometrici, misurati nelle zone attraverso i pozzi esistenti, hanno consentito di stabilire che mediamente la quota della falda si attesta nell'intervallo - 5 / - 10 m..

La morfologia delle piezometriche dimostra che le linee preferenziali di deflusso percorrono il paleoalveo lungo direttrici di massima trasmissività.

L'alimentazione idrica del complesso alluvionale é per la gran parte dovuta all'infiltrazione diretta del fiume e in modo più limitato alle acque drenate dalle successioni plioceniche costituenti i rilievi che bordano la valle.

Per quanto esposto, risulta evidente la necessità di studi finalizzati in tali zone e l'attivazione immediata di vincoli di salvaguardia totale per scongiurare rischi di depauperamento e d'inquinamento.

6.2.2 COMPLESSI PREVALENTEMENTE SABBIOSO-ARENACEI.

Tali complessi a prevalente componente sabbioso-arenacea sono costituite da sedimenti pliocenici caratterizzati da una continuità sedimentaria arealmente accentuata. Pertanto, i rapporti tra le falde circolanti negli strati sabbiosi, più permeabili, sono legati soprattutto al fenomeno di drenanza, alla percolazione delle acque attraverso i complessi meno permeabili ed alle soluzioni di continuità dovute alla fratturazione delle arenarie.

Gli acquiferi sono alquanto frammentati e limitati arealmente, si ha una circolazione idrica molto frazionata che si manifesta con l'affioramento, a varie quote, di piccole sorgenti. In questo acquifero si verifica un certo adattamento della superficie piezometrica alla morfologia esterna ed è sede della maggior parte delle scaturigini.

6.2.3 COMPLESSI PREVALENTEMENTE ARGILLOSI.

Trattasi di terreni appartenenti alle argille mioceniche e plioceniche, essenzialmente impermeabili dal punto di vista applicativo. Infatti, durante le precipitazioni, l'acqua si infiltra prevalentemente nelle coltri degradate superficiali che , una volta sature, permettono un ruscellamento diffuso e dendritico; specie nelle spianate sub-pianeggianti, si creano impaludamenti ed acquitrini stagionali.

7 ASSETTI GEOMORFOLOGICI E CONDIZIONI DI STABILITA'

Questa parte dello studio consiste nella ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica dell'area e nella redazione di una carta geomorfologica ad indirizzo applicativo (Tavola 03).

Tale elaborato cartografico è di fondamentale importanza per la valutazione della suscettibilità dei processi morfogenetici, che possono determinare situazioni di rischio, nonché gli impatti sulle attività antropiche.

Particolare riguardo è stato rivolto ai fenomeni franosi (Allegato 4 dell'Atlante Cartografico T01), abbastanza diffusi nell'area, all'erosione più o meno spinta del suolo sui versanti e alle aree potenzialmente alluvionabili nei fondovalle e sui conoidi pedemontani, ovvero a tutti quei processi che rientrano nel cosiddetto "dissesto idrogeologico".

L'analisi è stata condotta attraverso una sintesi dei dati presenti in studi e relazioni preesistenti e attraverso aereofoto-interpretazione (volo del 26 giugno 2001 – scala 1:12000 e 1:10000) seguita da una verifica dei dati durante diverse campagne di rilevamento.

Il complesso dei dati raccolti fornisce indicazioni sulla distribuzione spaziale delle aree a maggiore fragilità del territorio e costituisce una base fondamentale su cui si sviluppa il lavoro finalizzato alla definizione della suscettibilità geomorfologica dell'area.

7.1 1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Montecalvo Irpino si trova nella zona esterna dell'Appennino meridionale, nell'ambito delle cosiddette colline sub-appenniniche. Data la natura litologica degli affioramenti, il paesaggio si presenta a deboli pendenze lì dove affiorano i terreni argillosi, che hanno bassa resistenza all'erosione, e con pendenze più elevate in corrispondenza dei litotipi arenaceo-sabbiosi, più coerenti e/o litoidi.

I rilievi collinari sono separati tra loro soprattutto da valli di erosione fluviale di vario ordine gerarchico, le quali danno luogo a reti di drenaggio di notevole fittezza. L'organizzazione planimetrica della rete idrografica è generalmente di tipi dendritico, con un leggero controllo strutturale,

localizzato sui livelli più litoidi degli affioramenti, dovuto alla presenza di discontinuità fisiche nell'ammasso.

L'abitato di Montecalvo Irpino (figura 10) sorge ad una quota di 623 m. s.l.m., e si sviluppa lungo il crinale di una dorsale con sviluppo est-ovest e poi SW-NE, procedendo da occidente ad oriente. Lo sviluppo plano-altimetrico della dorsale presenta due tratti di maggiore ampiezza separati da una leggere depressione: il dosso occidentale è delimitato da versanti molto acclivi, a luoghi sub-verticali e sormontati da una piccola spianata sommitale dove fu realizzato il primo nucleo abitato di Rione Tappeto – insediamento rupestre in grotte sovrapposte scavate nell'arenaria; il rilievo orientale è più articolato con zona crestale di forma ellittica e bordata da versanti a pendenza contenuta e regolare.

Il versante settentrionale degrada nella valle del torrente Miscano; il versante meridionale si affaccia sulla valle del torrente Miscanello, che confluisce nel fiume Ufita.

20. panoramica del crinale su cui si sviluppa l'abitato di Montecalvo Irpino

Lungo il versante meridionale (valle del T.Miscanello) affiora il passaggio dalle sabbie plioceniche alle sottostanti peliti. In corrispondenza di tale contatto stratigrafico si evidenzia la frequente presenza di rotture di pendio dovute, per l'appunto, alle variazioni litologiche.

La carta geomorfologica (Allegato 5 dell'Elaborato T01) rappresenta una zonazione a campitura totale effettuata attraverso una suddivisione del territorio in zone omogenee dal punto di vista geomorfologico, seguita da una digitalizzazione attraverso elementi geometrici poligonali. In riferimento alle unità tassonomiche geologiche e geomorfologiche fondamentali (De Vita et al.,

1994), sono state riportate le unità morfologiche, definite come "entità territoriali geomorfologiche differenziabili per caratteri altimetrici e morfometrici omogenei, i morfotipi e le morfosingolarità, ovvero "entità territoriali geomorfologiche differenziabili per aspetti morfometrici e morfogenetici"; il morfotipo esprime caratteri di sistematicità mentre la morfosingolarità esprime caratteri di rarità, unicità e singolarità.

Nell'ambito delle unità morfologiche, sono stati delimitati i crinali collinari e le superfici spianate sommitali (paleosuperfici), le aree di versante collinare e la piana alluvionale nel fondovalle. Di queste unità, particolare importanza, per la comprensione dell'evoluzione geomorfologica dell'area, è da attribuire alle superfici spianate sommitali. Tali pianori sono anche definiti paleosuperfici in quanto rappresentano i relitti di morfologie iniziali antiche, derivanti dall'emersione di questo tratto della catena nel Pliocene sup. a causa di fasi neotettoniche con prevalenti movimenti verticali, su cui si sono impostati processi erosionali.

Le estese aree sommitali subpianeggianti, diffuse in Irpinia, rappresentano i relitti morfologici di questo ciclo erosivo e sono presenti, nell'area in studio, intorno ad una quota di 420 m, nel tratto più a monte di Contrada Fiego, sul Piano di Pratola e nella Malvizza.

Con una fase tettonica da collocare circa all'inizio del Pleistocene medio (700·000 anni b.p.) (Aprile et al., 1979) le superfici spianate vengono dislocate in blocchi disposti a varie quote. I successivi eventi neotettonici verificatisi tra 300·000 - 200·000 anni b.p. (Aprile et al., 1979) hanno determinato ulteriori "assestamenti verticali", con movimenti relativi dei blocchi già delineati in precedenza, conferendo al territorio un'altimetria simile a quella attuale. Con le ultime fasi glaciali ed in particolare durante fasi di intensa piovosità connesse con gli interglaciali, si sono avuti intensi cicli erosionali che anno prodotto l'approfondimento delle valli fluviali ed il conseguente arretramento progressivo delle superfici sommitali.

Sulle unità morfologiche è stata sovrapposta la zonazione per morfotipi e morfosingolarità. Di seguito si riportano, divisi per categorie comuni, i morfotipi e le morfosingolarità individuate:

Dosso e *sella*: indicano rispettivamente le "gobbe" e gli avvallamenti del crinale.

Scarpata con marcata influenza strutturale: rappresenta i versanti di deboli monoclinali "a cuesta" la cui evoluzione è legata principalmente ai movimenti tettonici.

Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali: *impluvio*, *impluvio a "V"*, *impluvio "a conca"*, *fosso con intensa erosione lineare*, *area soggetta ad erosione calanchiva* (figura n.20) e *gully*

erosion; sono, in pratica, tutte quelle forme derivanti dalle azioni erosive delle acque di ruscellamento.

Forme, processi e depositi gravitativi di versante: creep, area in frana, area di possibile espansione regressiva e/o laterale delle frane,area con evidenti fratture di tensione, scarpata di degradazione, versante di degradazione soggetto a crolli e/o ribaltamenti; sono il risultato dell'interazione simultanea o meno di una molteplicità di fattori che hanno contribuito, in forma e in misura uguale o diversa, alla rottura dell'equilibrio di un versante.

21. panoramica dei calanchi nella valle del T. Miscanello

Conoidi detritico-colluviali: si trovano alla base dei versanti ed in genere allo sbocco di valloni. Sono il risultato dell'accumulo del trasporto solido da parte delle acque superficiali incanalate.

Forme e processi dovuti all'attività antropica: *cava, fosso con regimazione idraulica, area con presenza di cavità sotterranee;* sono state inserite in questo gruppo anche le aree con cavità in quanto sono di origine antropica (foto n.13).

Vulcanelli di fango: affiorano sulle argille mioceniche nell'area della Malvizza. Questo particolare fenomeno geologico, che per analogia con quello vulcanico viene anche definito *vulcanesimo sedimentario,* si è ritenuto classificare come *morfosingolarità*. Infatti, in un' area depressa del pianoro della Malvizza, si elevano dei conetti di piccole dimensioni (pochi cm), sopra ai quali si aprono delle piccole bocche da dove fuoriesce, con emissioni intermittenti, fanghi in sospensione in

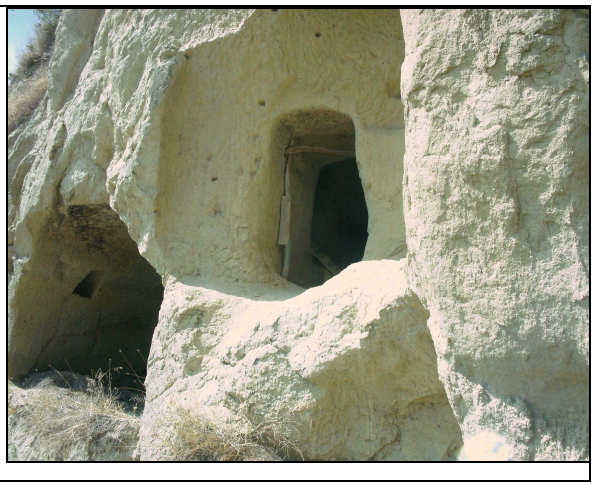
un fluido vettore (acqua e idrocarburi di vario genere); comunemente chiamati "Bolle della Malvizza"; tali apparati morfologici sono meglio conosciuti come "Vulcanelli di fango" o "Salse" e rappresentano delle particolari emergenze idrogeologiche la cui genesi può avere anche diverse cause le quali fanno riferimento, in genere, all'attività sismica, alla presenza di gas nel sottosuolo, al regime pluviometrico e alle condizioni morfologiche e geologiche delle zone circostanti i vulcanelli. Attraverso l'attività sismo-tettonica compressiva, infatti, si è avuto l'intrappolamento di acque lagunari salmastre con materiale organico e resti vegetali, che successivamente, decomponendosi, hanno determinato accumuli di gas naturali costituiti in massima parte da metano. Tali fenomeni geologici sono spesso, infatti, indicatori di giacimenti petroliferi. I gas, per effetto della pressione, sfuggono dal sottosuolo attraverso discontinuità del terreno, e nel processo di risalita, consentono l'innesco di fenomeni di asportazione e presa in carico di particelle del substrato argilloso ed acqua che, deposti in superficie, danno luogo al vulcanello di fango (foto n.22), dal cui cratere gorgoglia il gas.

22. vulcanelli di fango ("bolle") della Malvizza

7.2 UNITÀ MORFOLOGICA DEL BACINO CULTURALE DEL RIONE TRAPPETO

L'originario nucleo abitativo del Rione Tappeto necessità di un inquadramento geomorfologico particolare in quanto oltre a rappresentare un importante bacino culturale è di fatto un'unità morfologica particolare, sia per le condizioni geostatiche delle "grotte di origine antropica" che lo definiscono, sia per lo stesso assetto morfologico di "area di cresta" bordato da scarpate in

arretramento. Si evidenzia da subito la necessità di una "tutela attiva" di tale risorsa storico-ambientale da perseguire attraverso il consolidamento delle emergenze antropiche, la bonifica idrogeologica dei versanti che sottendono l'area di cresta e lo stesso transetto arenitico che le comprende e la loro attivazione come "contenitore urbano": processi questi unici a raggiungere lo scopo di un'attiva e costante manutenzione del "sito".



23. immagini di cavità antropiche presenti nelle sabbie ed arenarie dell'area "Trappeto*".*

Le grotte sono localizzate negli ultimi 30-35 m. della porzione sommitale del versante del Fosso Palombo che a valle denota pendenze sub-verticali in rocce arenarie fratturate soggette a crolli e, quindi, ad arretramento. Le cavità sono disposte su più livelli (sino a quattro) e distanziate tra di loro mediamente ogni sette metri in verticale e dodici metri in orizzontale, (Studio Geologico del Dr. A. Corbo, 1988), Quelle ispezionabili, circa 80, evidenziano come siano state ricavate seguendo l'immersione generale dei banchi arenitico (5° -10°) e mantenendo come "tetto" strati arenacei particolarmente compatti. Strutturalmente sono delle "volte ad arco ribassato" (Corbo, op.cit.) di altezza massima di 2.5 m. ed interasse tra i piedritti di 2.8/3.0 m.

Nel loro assetto singolare le grotte si presentano in discrete condizioni di stabilità, ma è l'intera scarpata arenitica ad essere assoggettata ad arretramenti per crolli successivi: ne deriva che occorre operare una bonifica idrogeologica del Fosso Palombo, consolidare la "rupe del Tappeto" e manutenere gli ipogei.

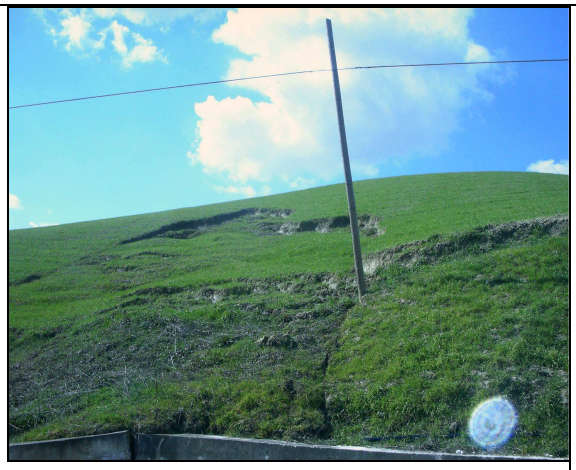
7.3 ANALISI DEI FENOMENI FRANOSI

La tipologia dei dissesti presenti nell'area studiata ha caratteri marcatamente differenti a seconda della litologia su cui s'imposta l'instabilità di versante; le differenze maggiori si riscontrano in relazione ai crolli e ribaltamenti che degradano le scarpate arenaceo-sabbiose, e gli scorrimenti e le colate che s'innescano sui versanti prevalentemente argillosi.

Dall'analisi storica effettuata si evince che gli eventi ideologici, di cui si hanno notizie, che hanno causato diversi danni nel territorio di Montecalvo a causa di vari fenomeni di instabilità sono:

- *16-17 novembre 1985*: a causa di piogge persistenti ci furono diversi fenomeni di instabilità di versante; una zona particolarmente colpita fu la località "Contrada Fiego".
- *1° settimana di marzo 2005*: diversi fenomeni franosi, con diverse tipologie di movimento e materiali, sono accaduti in questo periodo; la fase di rilevamento effettuata immediatamente dopo gli eventi ha evidenziato che località più colpite furono: il versante di destra orografica del torrente Miscanello e la zona del "Trappeto". In particolare, a monte del versante del T. Miscanello si sono verificati diversi scorrimenti rotazionali – colate, alcuni dei quali hanno coinvolto parte di una sede stradale (figura 14).
- ***Primavera 2011.*** *Contrada Corsano. In tale periodo, come si evince dalle note ufficiali trasmesse dall'Amministrazione comunale ai vari Enti preposti (marzo 2011), si sono conclamati diffusi danni per un movimento franoso attivatosi in località Corsano, tra la cresta di un modesto rilievo, 460 m. slm – lungo la Strada Provinciale 148 - ed il fondo valle del Canale Orto di Campo - Vallone Piscione (250 m. slm) – Costa delle Menola ed interessante l'intera pendice. Il verbale del 2011 dell'UTC ed i successivi rilievi eseguiti in situ (2013 e successivi sino ad inizio 2014) evidenziano l'evoluzione del dissesto in una conclamata frana rotazionale con superficie di scorrimento profonda. I beni infrastrutturali coinvolti nel dissesto: la Strada Provinciale 148 e la strada comunale Orto di Campo, gli edifici privati, sia adibiti a civile abitazioni, sia ad opifici e/o ricoveri di mezzi agricoli, posti tra la Strada Provinciale ed il fondo del Canale sottostante sono esposti ad alto rischio perché il movimento potrebbe evolvere parossisticamente, sia in presenza di eventi meteorici eccezionali, sia in condizioni normali, in quanto trattasi come detto di uno scorrimento che avviene lungo superfici profonde ed articolate. Il dissesto richiede interventi immediati di messa in sicurezza che riguardano lo sgombero delle abitazioni e manufatti già coinvolti e danneggiati, sia quelle poste lungo il versante mobilizzato, la raccolta e l'allontanamento delle acque dilavanti e meteoriche lungo la Strada Provinciale e Comunale, la completa e subitanea regimazione di tutte le linee di deflusso idrico di superficie, compreso il tratto de Canale dell'Orto posto più a valle, la verifica della perfetta tenuta dei servizi a rete locali, compreso l'ispezione e la chiusura dei pozzi "neri" disperdenti, sia il completo censimento e la verifica di tutte le strutture e infrastrutture esistenti. Al contempo è, ovviamente, necessario avviare lo studio geologico del dissesto, ed un appropriato monitoraggio geotecnico che nell'immediato dia la possibilità di allerta in caso di necessità, sia per predisporre gli interventi successivi di controllo e messa in sicurezza dell'intera pendice.*

24. *danni irreversibili a strutture private della frana di Corsano (2014)*



25: a sinistra le aree di nicchia degli scorrimenti-colata in argilla pliocenica; a destra i danni riportati dalla sede stradale

Nella zona del Trappeto, invece, si sono verificati una serie di crolli e ribaltamenti che hanno coinvolto le testate dei valloni in arenaria e sabbia (figura 26).

26: crolli e ribaltamenti in località Trappeto

Si riporta di seguito una breve descrizione tecnica generale sulla natura dei fenomeni franosi riscontrati nel territorio di Montecalvo Irpino (Allegato 4).

Frane dei terreni argillosi: si tratta essenzialmente di *scorrimenti rotazionali*, *colate* e *scorrimenti rotazionali che evolvono in colata.* Tali movimenti s'innescano principalmente sui terreni argillosi relativi alle argilliti varicolori e alle argille plioceniche dell'Unità di Ariano.

La maggior parte dei dissesti hanno come agente morfogenetico principale l'erosione al piede da parte dei corsi d'acqua; infatti, le frane sono quasi tutte localizzate in prossimità dei fondovalle sui versanti dei vari canaloni che si articolano nell'area. La maggiore concentrazione di instabilità si rileva lungo il corso del Miscano (in prossimità della Malvizza e Contrada Fiego), sul versante di sinistra del T. Ginestra e nel vallone del T. Miscanello.

Per quanto concerne lo *stato di attività*, circa il 90% delle frane cartografate sono risultate attive in quanto mostrano segni di attuali o recenti movimenti; le restanti frane sono state considerate inattive. Si è preferito, in questa sede, includere in quest'ultimo gruppo sia i dissesti quiescenti che non attivi in quanto non sono stati rilevati elementi sufficienti per una chiara individuazione dello stato di attività. Analisi locali di maggiore dettaglio ed eventuale monitoraggio produrrebbero una più approfondita conoscenza.

27 - 28: frana di scorrimento rotazionale-colata di argilla varicolori in sinistra orografica del T. Miscano; a sinistra l'area di nicchia; a destra parte del cumulo.

29: frana di scorrimento rotazionale di argilla pliocenica in sinistra orografica del T. Miscano

La *distribuzione di attività* è riportata invece nella carta geomorfologica. Si tratta delle aree immediatamente a monte e laterali delle zone in frana. Per questo tipo di fenomeni, infatti, la distribuzione di attività è, di sovente, retrogressiva e di "*widening*" (coinvolgimento progressivo anche dei margini laterali). Spesso sono abbastanza evidenti fratture di tensione o "*tension creek*"

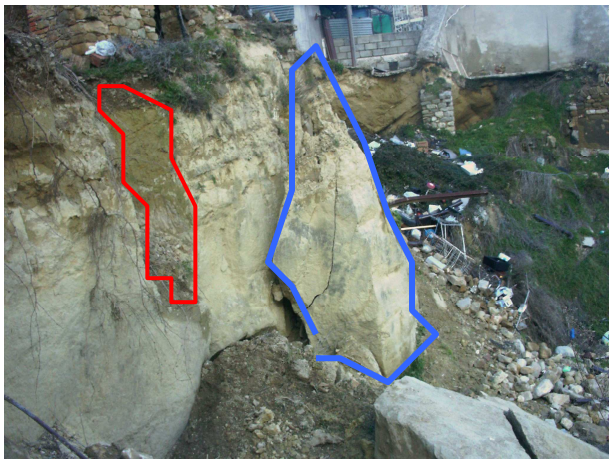
che testimoniano una rottura progressiva delle aree marginali e quindi la futura espansione dell'area in frana ed una riattivazione della stessa.

Per le frane di prima generazione Picarelli nel 1999 riconosce quattro fasi: una fase di pre-rottura, una di rottura, la fase di post-rottura e l'eventuale fase di riattivazione. In particolare, nella fase di pre-rottura, si ritengono di fondamentale importanza gli effetti del *softening* e del *creep*; tali fenomeni sono infatti legati ad una diminuzione progressiva della resistenza al taglio, con innesco di deformazioni via via crescenti favorite dalla riduzione delle caratteristiche di rigidezza del terreno in seguito ad aumento delle pressioni neutre.

Per questa ragioni, il *creep* che le *fratture di tensione* sono stati considerati come fenomeni precursori di frane di neogenerazione o di eventuali fenomeni precursori.

La velocità dei movimenti può variare, anche di molto, a seconda delle caratteristiche locali (litologia, morfologia, contenuto d'acqua, idrografia, ecc.); in genere, queste frane si esplicano con movimenti lenti iniziali per poi accelerare in fase di rottura e diventare delle colate rapide quando il materiale argilloso, in presenza acqua, inizia a fluire come un liquido viscoso. Quindi, tranne casi particolari, questi fenomeni franosi hanno velocità basse, o comunque tali da poter garantire l'incolumità delle persone. Di contro, sono legati a fenomeni di questo tipo la maggior parte dei danni provocati alle sedi stradali ubicate sui versanti, come testimoniano anche gli eventi di marzo 2005 precedentemente descritti.

<u>Frane nei terreni arenaceo-sabbiosi</u>: si tratta, in questo caso di *crolli* e *ribaltamenti.* Tali fenomeni coinvolgono le porzioni più cementate e litoidi della successione sabbiosa dell'Unità di Ariano.



30: nicchia di un crollo in rosso e potenziale ribaltamento in roccia in blu, in località Trappeto.

La maggior parte delle nicchie sono state riscontrate sul versante meridionale del crinale su cui è ubicato il centro abitato (figura 30). Localmente si registra qualche crollo isolato sui versanti di alcune placchette arenaceo-sabbiose a nord del comune (Allegato 4).

A differenza delle frane in argilla, questi dissesti hanno velocità estremamente rapide e si esplicano in breve tempo. Molto spesso però i blocchi, con gli impatti dei primi rimbalzi, si rompono data la loro bassa cementazione.

Spesso alla base dei pendii si rinvengono blocchi franati frammisti a sabbia sciolta derivante sia dalla disgregazione degli stessi che dall'erosione dei livelli sabbiosi meno cementati.

7.4 ANALISI DELLA SUSCETTIVITÀ GEOMORFOLOGICA E CARTA DELLA STABILITÀ

Questa fase di studio è mirata alla valutazione della suscettibilità geomorfologica dell'area e alla redazione di una carta di zonazione del territorio per i diversi gradi di stabilità geomorfologica individuati – Tavola 03 -.

La metodologia adottata propone un approccio integrato di analisi geomorfologica, geolitologica, litotecnica e idrografica che conduce all'individuazione di quei "*parametri predisponenti*" ai vari fenomeni di instabilità, caratteristici dell'area. Il metodo è, essenzialmente, qualitativo e diretto basandosi, prevalentemente, su un'analisi accurata, durante il rilevamento geomorfologico, dei processi passati e in atto e dei fattori ad essi legati, costituendo, secondo il principio dell'attualismo, la chiave di lettura della previsione delle future instabilità. Nel flusso-diagramma di figura 10 sono riassunte le diverse fasi della metodologia adottata per la valutazione della suscettibilità geomorfologica dell'area. Le tre fasi principali sono:

nei rettangoli in verde: acquisizione dati attraverso indagine storica, valutazione materiale preesistente, fotointerpretazione e rilevamento di campo.

Oltre al reperimento di informazioni su dissesti verificatesi nel 1985, in questa fase è stati valutati anche i danni provocati da una piena straordinaria del Miscano il 23 e 24 gennaio 2005, figura 21. Infatti, la descrizione dei danni e degli allagamenti riportata da "Il Mattino" è stata di aiuto per la delimitazione delle aree potenzialmente inondabili. "Un'officina meccanica, una carrozzeria ed un

grosso capannone di un centro per la revisione delle auto sono stati inondati e le autovetture che vi erano parcheggiate sono state invase dalle acque. Anche gli abitanti delle case che affacciano sul fiume hanno corso serio pericolo.

31: piena del Miscano del gennaio 2003

La linea ferroviaria Napoli-Foggia, all'altezza dello scalo montecalvese, per allegamento, è rimasta interrotta".

Nei rettangoli in blu: digitalizzazione dei dati e redazione di carte tematiche.

I tematismi di maggiore significato per la messa a punto della metodologia sono essenzialmente legati alle caratteristiche geologiche e litotecniche dei terreni e alla analisi delle caratteristiche geomorfologiche, cui è stata affiancata un'analisi morfometrica dei bacini. Quest'ultima, in particolare, si è incentrata sulla determinazione di alcuni parametri che esprimono sinteticamente le condizioni orografiche, ossia l'energia del rilievo e l'acclività, nonché l'estensione e il grado di organizzazione delle reti idrografiche, espressi dalla densità e gerarchizzazione dei corsi d'acqua dei vari sottobacini. Di fondamentale importanza è il tematismo relativo alla geomorfologia, in quanto, è attraverso carta geomorfologica che si identificano le principali instabilità e i parametri, di vario ordine geologico, geomorfologico e antropico, che predispongono tali instabilità.

Nei rettangoli in arancio: elaborazione ed *overlay* delle carte tematiche.

Tale fase è mirata innanzitutto all'identificazione dei "parametri predisponenti", distinti per tipologia di frana, definibili come l'insieme delle caratteristiche naturali e antropiche che concorrono in varia misura alla predisposizione di un versante alla instabilità, ossia alla sua suscettibilità a

franare. Nel campo dei "parametri predisponenti" vengono raggruppati indistintamente le caratteristiche naturali geologiche, geomorfologiche, litotecnici e idrografiche, oltre quelli antropici rappresentati dalle modificazioni indotte al sistema naturale dall'opera dell'uomo.

In primo luogo sono stati confrontati i maggiori processi che determinano l'evoluzione geomorfologica (frane, aree alluvionabili, aree interessate da erosione areale e lineare) con le caratteristiche litologiche e di acclività. Di fatto, sono state valutate le pendenze originarie del versante (antecedenti, cioè, al verificarsi del fenomeni di instabilità) attraverso misure sul campo e sulla cartografia in digitale, e le pendenze critiche dal punto di vista litotecnico, e la litologia su cui le instabilità si sono impostate. L'overlay topologico di questi due parametri ha prodotto la carta delle U.T.L.M. (unità lito-morfometriche), ovvero aree omogenee dal punto di vista delle pendenze e della litologia.

Attraverso un approccio qualitativo-geomorfologico, sono stati suddivisi in diverse classi di suscettibilità differenti i diversi morfotipi ed U.T.L.M. individuati, a seconda dell'incidenza che ciascun parametro assume nel determinare la predisposizione all'instabilità.

Una prima suddivisione generale è stata effettuata classificando le diverse aree in: aree instabili, aree potenzialmente instabili ed aree stabili. Nelle aree instabili rientrano i processi reali, prevalentemente attivi o inattivi ma senza una chiara evidenza dello stato di attività; nelle aree potenzialmente instabili rientrano le zone di probabili instabilità future; le aree stabili, invece, rappresentano quelle aree che non sono state e non sono sedi di instabilità e che hanno scarse probabilità di esserlo in futuro.

Le classi precedentemente descritte, infine, sono state suddivise ulteriormente con areali a differente grado di suscettibilità geomorfologica, completando in tal modo una zonazione che prevede tre classi e cinque sottoclassi:

Analisi storica dei dissesti geomorfologici **Valutazione dei lavori e delle carte tematiche preesistenti**

Analisi geologica e geotecnica **Analisi morfometrica** **Analisi geormorfica applicativa**

CARTE TEMATICHE SUI FATTORI DI INSTABILITÀ		
Carta geolitologica e litotecnica	**Dem, carta delle pendenze, carta del drenaggio e dei sottobacini**	**Carta geomorfologica**

Individuazione delle intersezioni tra le aree di instabilità geomorfologiche reali e ciascun fattore di instabilità

Overlay topologico della carta litologica e quella delle pendenze; determinazione delle U.T.L.M.

Valutazione del grado di incidenza dei morfotipi geomorfologici e delle U.T.L.M.

VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIVITÀ GEOMORFOLOGICA E ZONAZIONE DELLE AREE A DIVERSO GRADO DI STABILITÀ

32: flusso-diagramma della metodologia per la valutazione della suscettibilità geomorfologica

7.4.1 AREE INSTABILI

Suscettibilità geomorfologica molto elevata (S4): sono state incluse in questa classe tutte le aree in frana, i versanti assoggettai allo stato a movimenti conclamati (contrada Corsano, porzioni terminali delle pendici in sinistra del fiume Miscano, impluvi torrentizi in argilla, etc..) le aree di conoidi di deiezione e le zone con presenza di cavità sotterranee ("Trappeto"). Naturalmente si sconsiglia l'edificazione e qualsiasi tipo di utilizzo antropico del suolo; si consiglia, inoltre, una verifica attraverso indagini locali e di dettaglio dell'effettivo grado rischio degli elementi esposti che si trovano ubicati in questo ambito.

Suscettibilità geomorfologica molto elevata/elevata (S5)**:** rientrano in questa classe le aree di potenziale esondazione e alluvionamenti dei fiumi Ufita e Miscano. In tale ambito la pericolosità decresce man mano che ci si allontana da letto del fiume. In questo caso l'edificazione o eventuali differenti usi del suolo sono consentiti solo ad una distanza di sicurezza dal letto del fiume, in relazione, ovviamente, a verifiche locali e di estremo dettaglio di natura idraulica.

7.4.2 AREE POTENZIALMENTE INSTABILI

Suscettibilità geomorfologica elevata (S3): sono state incluse in quest'ambito le aree di possibile espansione delle frane in atto, le aree di erosione calanchiva, le aree interessate da forte erosione e approfondimento degli impluvi, scarpate naturali e tagli antropici nelle sabbie-arenarie, le aree in argilla con pendenze superiori a 15°, le aree in arenaria e sabbia con pendenze superiori a 50°, le aree di creep e fratture di tensione (particolarmente importanti in quanto rappresentano spesso fenomeni precursori all'innesco di fenomeni franosi). Si sconsiglia l'edificazione e qualsiasi tipo di utilizzo antropico del suolo; si consiglia, inoltre, una verifica attraverso indagini locali e di dettaglio dell'effettivo grado rischio degli elementi esposti che si trovano ubicati in questo ambito. Si consiglia un eventuale utilizzo delle aree di questa sottoclasse solo a seguito di indagini geologiche e geotecniche di dettaglio di supporto ad eventuali interventi di mitigazione della suscettibilità geomorfologica riscontrata. Tali interventi sono particolarmente urgenti sul versante meridionale dell'abitato, ed in modo particolare nella zona del Trappeto, dove i fenomeni erosivi, abbastanza

spinti, potrebbero interessare, a breve termine, parte delle vecchie abitazioni del "Trappeto" con una grossa perdita di elementi esposti con elevato valore storico-architettonico

Suscettibilità geomorfologica media (S2): sono state incluse in quest'ambito le aree di erosione areale di impluvi a "V" e a "conca" , le aree in argilla con pendenze comprese tra i 10° e i 15° e i fossi con opere di regimazione idraulica che dalla classe S3 sono stati scalati di una classe di suscettibilità. Si sconsiglia l'edificazione e qualsiasi tipo di utilizzo antropico del suolo con maggiore attenzione rispetto alle aree valutate stabili, sempre a seguito di indagini geologiche, geotecniche ed idrauliche, locali e di estremo dettaglio.

7.4.3 AREE STABILI

Suscettibilità geomorfologica bassa (S1): sono quelle aree subpianeggianti e a bassa pendenza con scarsa presenza o assenza di elementi predisponenti ad instabilità geomorfologiche. Si sconsiglia l'edificazione e qualsiasi tipo di utilizzo antropico del suolo, con eventuali indagini geologiche, geotecniche ed idrauliche, locali e di estremo dettaglio, soprattutto nelle aree limitrofe o a ridosso delle aree a suscettibilità superiore.

8 PERICOLOSITÀ E RISCHIO SISMICO

La microzonazione sismica ha lo scopo di definire alla scala territoriale le condizioni che possono modificare, incrementando o diminuendo, lo scuotimento sismico al suolo rispetto al moto del trasmesso dal bedrock o possono produrre effetti sismoindotti rilevanti per i manufatti.

Nella mappa del microzoning, prodotto finale: Tavola 05, sono definiti gli ambiti omogenei caratterizzanti l'azione sismica alla scala locale a cui sono stati assegnate le classificazione dei terreni in base alle vigenti norme (NTC2008).

Propedeuticamente si è proceduto alla disamina della sismicità storica afferente alle aree sismogenetiche le cui attività hanno avuto effetti sul territorio di riferimento ed alla definizione dei fattori locali di amplificazione. L'elaborato finale di sintesi è rappresentato dalla "Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica" – Tavola 05 -.

Per tali analisi ci si riferiti a lavori e pubblicazioni specialistiche dei principali Enti ed Istituti operanti a livello nazionale in campo sismico. In particolare vanno citati:

- l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.);
- l'Ufficio Servizio Sismico Nazionale (U.S.S.N.) del Dipartimento della Protezione Civile;
- il Gruppo Nazionale Difesa Terremoti (G.N.D.T.).

8.1 MACROZONAZIONE SISMICA

La pericolosità sismica di base è intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito. La pericolosità di base definisce l'entità massima dei terremoti ipotizzabili per una determinata area in un determinato intervallo di tempo: è indipendente dalla presenza di manufatti e persone ed è correlata alle caratteristiche sismogenetiche dell'area.

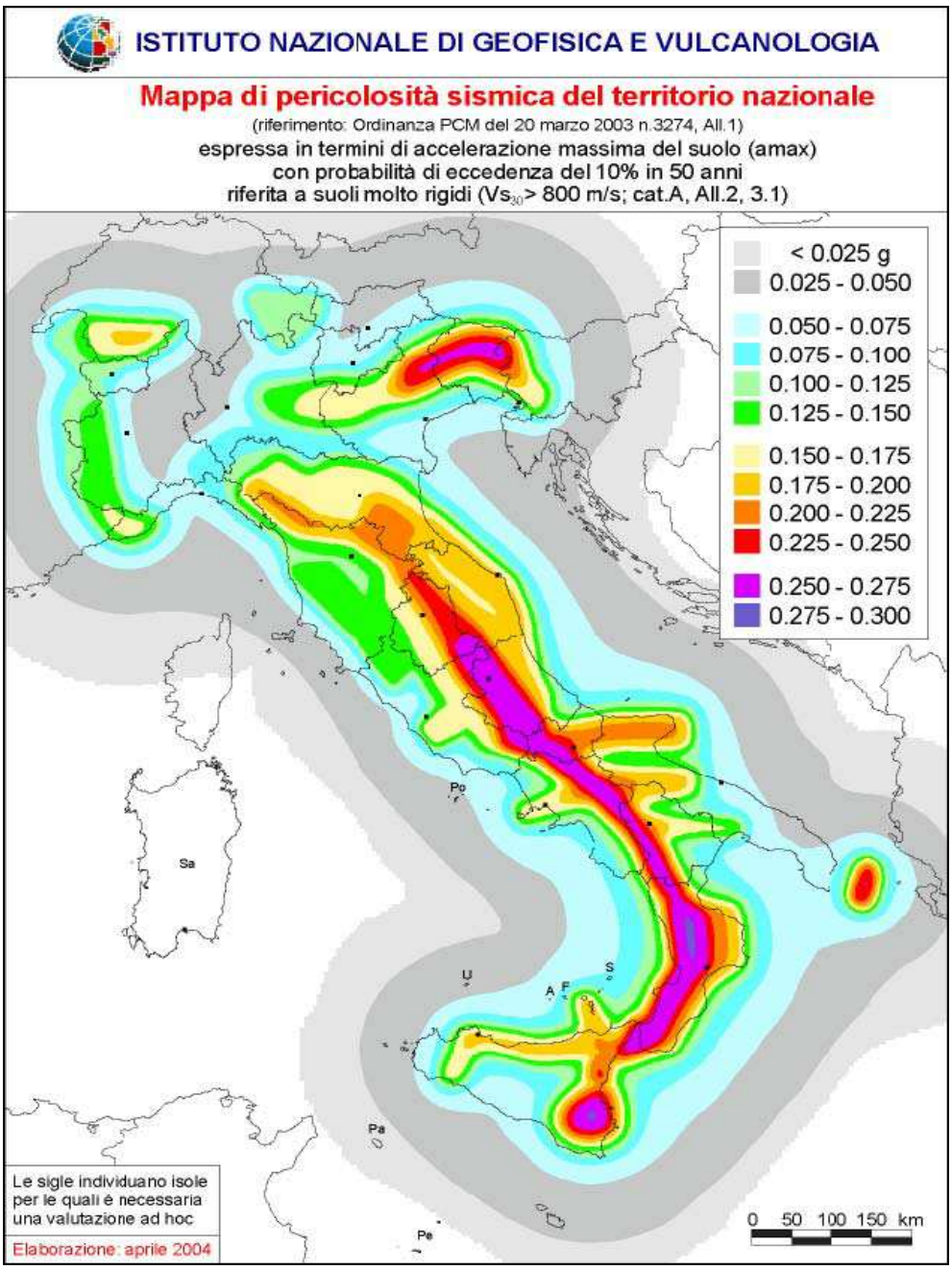
Per la determinazione della Pericolosità sismica di base si procede alla determinazione della sequenza temporale degli eventi sismici nel territorio considerato, ottenuta a partire dai dati contenuti in cataloghi storici dei terremoti.

Sulla Pericolosità sismica di base, sono state avviate numerose attività di ricerca, la più importante delle quali ha portato nell'aprile 2004 alla redazione della nuova Carta della pericolosità sismica del

territorio italiano (figura 33), unitamente al relativo rapporto tecnico-scientifico (http://zonesismiche.mi.ingv.it/).

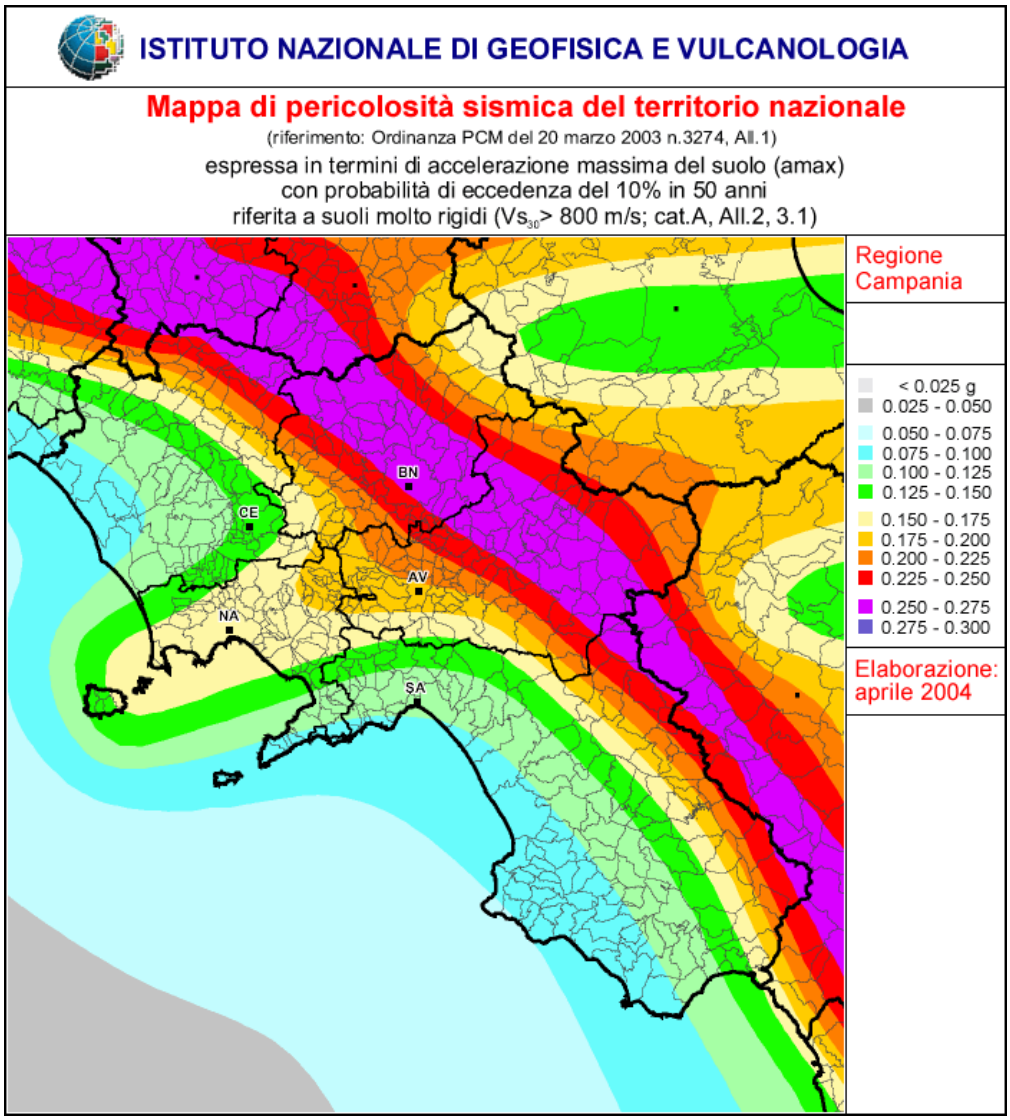
Osservando la mappa emerge chiaramente come le aree in cui l'attesa sismica è più significativa corrispondono al settore nord-orientale (Friuli Venezia Giulia e parte del Veneto), l'Appennino settentrionale, l'Appennino centrale e meridionale, l'arco calabro e la Sicilia orientale.

Figura n. 33: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV, aprile 2004)



Dall'esame della mappa di dettaglio per la Regione Campania (figura 34), si può osservare che il Comune di Montecalvo è ricompreso in valori di accelerazioni di picco su un bedrock di riferimento pari a 0.0275 g < amax < 0.200 g.

Figura n.34: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale; dettaglio per la Regione Campania



Analisi storica

Per lo studio della sismicità di un'area, è fondamentale poter disporre di informazioni relativamente al passato, in termini di localizzazioni degli epicentri, intensità e magnitudo, profondità degli ipocentri, meccanismi focali, ecc..

La ricerca su quanto avvenuto in passato si è avvalsa dei cataloghi predisposti dalla Comunità scientifica ed in particolare della documentazione prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.). Più in dettaglio sono stati esaminati:

il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (ultima edizione CPTI04);

il Database "DOM4.1" collegato al Catalogo NT4.1.1;

isosiste dei maggiori terremoti dell'Appennino meridionale.

In particolare, dall'analisi delle isosiste è stato possibile risalire ai sismi che sono stati risentiti nel territorio di Montecalvo Irpino. Dal catalogo parametrico sono stati individuate le zone sismogenetiche relative a tali terremoti e sono stati stralciati tutti i terremoti storici della zona sismogenetica 927 (zona sismogenetica Sannio-Irpinia-Basilicata) e tutti i sismi delle zone sismogenetiche 924 (Molise-Gargano) e 925 (Ofanto) con magnitudo > 5.

Dall'esame della tabella 6, riportata nel paragrafo 2.2, si osserva che gli epicentri dei terremoti selezionati ricadono, nella maggioranza dei casi, nella zona sismogenetica ZS927 e, data la maggiore vicinanza di tale struttura sismogenetica al territorio in esame, i terremoti derivanti da queste faglie sono anche quelli maggiormente risentiti, con un intensità sismica massima tra i IX e i X (MCS).

L'accenno alle zone sismogenetiche, ricorda la stretta relazione che intercorre tra i cataloghi parametrici sismici (NT4.1.1 – CPTI) e le varie zone del territorio nazionale, distinguibili tra loro perché all'interno di ciascuna è individuabile un modello sismotettonico omogeneo (meccanismo focale diretto per la ZS927 e trascorrente per le ZS924 e 925).

La più recente zonazione del territorio nazionale, denominata ZS9 (figura 35), è stata presentata nell'appendice 2 al Rapporto conclusivo del Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, di cui all'Ordinanza PCM 20.03.2003, n. 3274.

Si tratta di un'evoluzione della precedente zonazione denominata ZS4 (1996) e pur confermandone il quadro cinematico generale, ha introdotto importanti modifiche, rese possibili dalle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche.

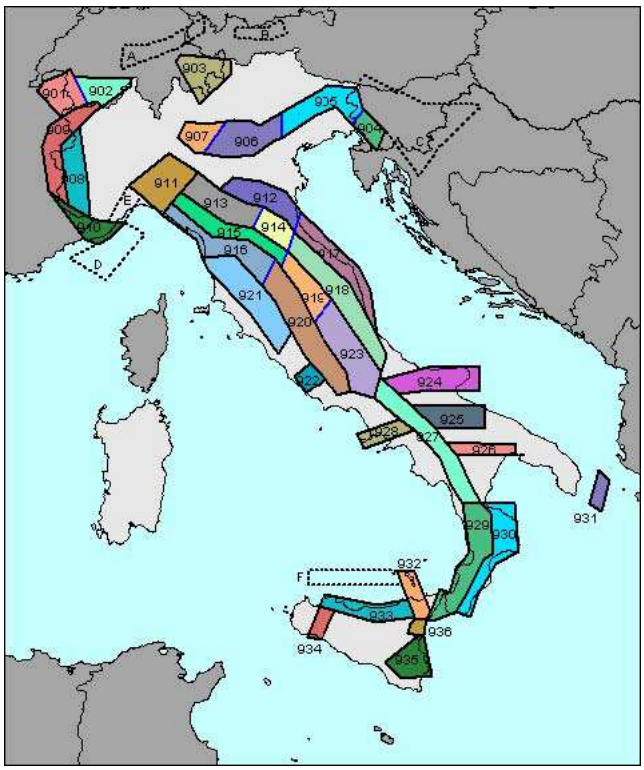


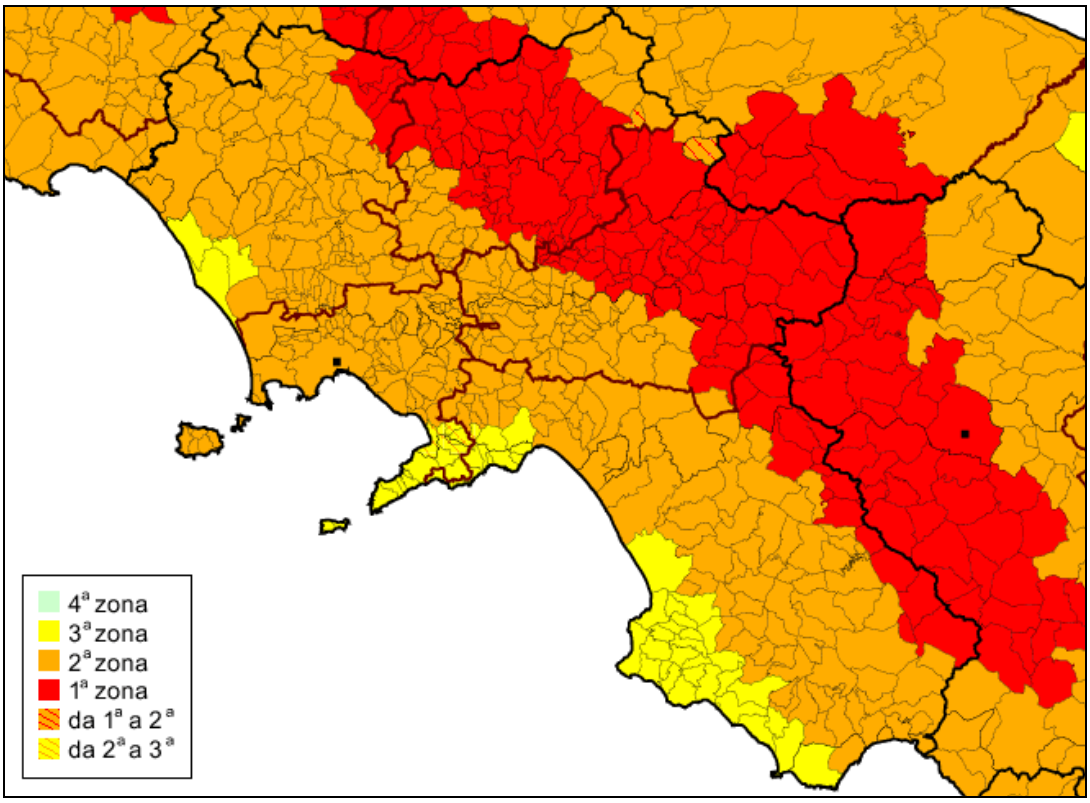
figura n.35: zonazione sismogenetica ZS9 (da Rapporto conclusivo del Gruppo di lavoro per la redazione della Mappa di pericolosità sismica – INGV, aprile 2004)

8.2 NORMATIVA TECNICA E CLASSIFICAZIONE SISMICA

Il 20 marzo 2003 è stata emanata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", che fissa le regole per l'identificazione dei comuni sismici e definisce le norme tecniche costruttive. Successivamente l'Ordinanza è stata parzialmente modificata e integrata con Ordinanza n° 3316 del 2.10.2003 (errata corrige) e con il DPCM n° 3685 del 21.10.2003 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica), fino poi all'emanazione delle citate NTC2008.

L'Ordinanza ha definito la nuova classificazione sismica di tutto il territorio nazionale: Montecalvo Irpino (figura 35), secondo la normativa, rientra nella 1° zona, con una accelerazione massima attesa

su un bedrock di ferimento pari a: *ag* = 0.35 g. La mappa e le relative *ag* rappresentano i dati di base per le emanazioni regionali in materia di classificazione sismica (*DGR della Campania del 7/11/2002 n. 5447).*



35: stralcio della Mappa della classificazione sismica del territorio nazionale secondo l'O.P.C.M 3274

8.3 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE - MICROZONAZIONE SISMICA

La microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere alla scala locale le condizioni di sito che possono alterare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (di riferimento) o possono produrre effetti sismoindotti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

In particolare lo studio di microzonazione sismica restituisce una mappa del territorio nella quale sono indicate:

- effetti di sito: zone in cui i fattori geomorfologici e geotecnici interagendo con le onde sismiche possono modificare, rispetto allo scuotimento che si avrebbe sulla roccia sottostante (bedrock), le caratteristiche vibratorie del moto sismico in superficie.

- effetti locali di instabilità: zone in cui sono possono verificarsi effetti cosismici, quali fagliazione superficiale, frane, assestamenti, liquefazioni, crolli o subsidenza in corrispondenza di cavità.

Nello studio effettuato per il Comune di Montecalvo Irpino è stato seguito un metodo multicriterio che ha integrato i dati geomorfologici esposti nei capitoli precedenti con specifiche analisi, ovvero:

- geologia e geomorfologia (caratterizzazione dell'assetto stratigrafico e strutturale, delle litologie e della geomorfologia dei siti, con indicazioni generali sullo stato di consistenza e fatturazione dei terreni);
- geofisica (individuazione mediante prospezioni dei profili di velocità delle onde sismiche nei terreni, individuazione sperimentale di fattori di amplificazione relativi a misure a basso livello di energia);
- geotecnica (individuazione delle proprietà meccaniche dei terreni in base ad indagini già disponibili e di quelle appositamente eseguite) con conseguente modellazione di alcune sezioni rappresentative;
- ingegneria delle strutture (riconoscimento di indizi di amplificazione locale dall'esame del danno agli edifici dovuti ai terremoti più recenti, opportunamente trattati per tenere conto delle differenti vulnerabilità degli edifici e della correlazione spaziale).

Le attività condotte per raggiungere gli obiettivi prima dichiarati sono state le seguenti:

- individuazione dell'assetto geologico e geomorfologico del sito e delle zone soggette ad instabilità di versante;
- individuazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di interesse per la determinazione della risposta dinamica dei terreni;
- valutazione del moto sismico di riferimento, sulla base di risultati di pericolosità di tipo probabilistico;
- modellazione numerica degli effetti di amplificazione del moto sismico in superficie, in condizione di scuotimento forte e debole. È stato usato uno schema monodimensionale che tiene conto della variabilità con la profondità delle caratteristiche meccaniche dei terreni;
- stima approssimata del danno prodotto dal sisma più recente al fine di determinare le zone in cui l'amplificazione ha avuto i massimi picchi e su quali frequenze significative;
- determinazione dei parametri descrittivi dell'azione sismica da adottare nella progettazione degli interventi e coerenti con la normativa emanata con l'ordinanza n° 3274 del 20/03/2003;
- redazione della mappa di sintesi dei risultati delle attività precedenti.

Nel prodotto di sintesi finale – Tavola 05 - sono individuate zone alle quali vengono attribuiti parametri omogenei caratterizzanti l'azione sismica attesa e prescrizioni finalizzate alla riduzione del

rischio sismico e che più in generale possono essere utili alla pianificazione urbanistica ed alla progettazione di manufatti anche in situazioni ordinarie.

8.4 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI

Per valutare con accuratezza gli effetti sismici nei vari settori del territorio, sono stati definiti i seguenti parametri:

- - stratigrafia media per ciascun nucleo abitato, fino alla profondità investigata (35 m.);
- - velocità delle onde longitudinali e trasversali, parametri fisici ed elastici relativi ai diversi litotipi superficiali;
- - profondità di eventuali falde idriche;
- - dimensioni geometriche delle strutture geologiche interessate;
- - intensità MCS del terremoto di progetto.

I dati geologici, così come si evince dai sondaggi di riferimento, evidenziano la presenza di tre profili stratigrafici principali:

- profilo costituito essenzialmente dal complesso sabbioso- arenaceo dove ai fini sismici si fa riferimento ad un bedrock rigido costituito da materiali compatti caratterizzati da Vs > 1000 mt/sec.;
- profilo costituito dalla sequenza affiorante del complesso sabbioso-arenaceo con livelli di argille o di coltri superficiali degradate dello spessore superiore ai 3 m e fino a profondità di 10 m dal piano campagna poggianti su argille plioceniche;
- profilo costituito dalla successione affiorante delle argille plioceniche o, in prossimità del fiume Miscano, costituito dalle argille plioceniche come bedrock like, e strati di materiali alluvionali costituiti da complessi ghiaiosi-sabbiosi-limosi che assumono uno spessore variabile tra 1 e10 m;
- profilo costituito dalle argille mioceniche della Malvizza poggianti su un bedrock-like costituite dallo stesso substrato argilloso ma sottoposte a tensioni litostatiche maggiori e quindi con velocità Vs intorno ai 500 m/s.

Al fine di proporre un'adeguata caratterizzazione della risposta sismica locale ed alla valutazione delle V_s dei singoli litotipi, si fa riferimento alle indagini geofisiche (sismiche) di riferimento, opportunamente integrate dall'interpretazione delle prove SPT per alcune litologie al limite tra le varie classi di cui all'O. n. 3274.

Nelle tabelle successive sono sintetizzati i dati di riferimento utilizzati nella presente microzonazione.

Per una visione della stratigrafia d'insieme si fa riferimento alle sezioni geologiche allegate allo studio di riferimento ed alle singole colonne stratigrafiche medie qui ricavate dall'elaborazione automatica del calcolo dell'amplificazione sismica locale e riportate a fine nota.

È importante precisare che ai fini di una idonea microzonazione, dal momento che sono state riscontrate solo due aree nella zona dell'abitato del Comune di Montecalvo, riconducibili, peraltro, agli stessi limiti litologici, è stata condotta una analisi della sensibilità della funzione di amplificazione al variare della coltre superficiale costituita prevalentemente da materiali di scarse proprietà meccaniche, come limi-argillosi o terreni di riporto in generale.

La funzione di amplificazione del terreno è uno studio che prescinde dalla scelta del "terremoto di progetto", ma costituisce uno strumento di analisi proprio del sottosuolo in questione e quindi meno suscettibile alla formulazione delle ipotesi.

Al fine, però, di ottenere uno studio completo, si è voluto conoscere anche lo spettro di risposta al piano campagna, scegliendo il parametro di intensità sismica di riferimento per l'area in esame al fine di confrontarlo con quello della normativa sismica.

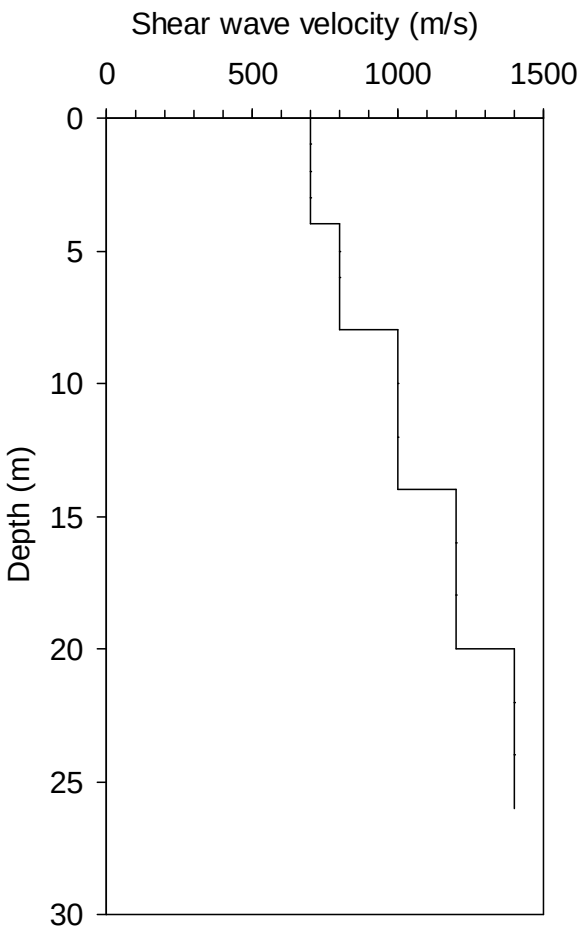
È necessario premettere la scelta del parametro d'intensità sismica di riferimento per l'area in esame definito "terremoto di progetto": questo elemento è scelto in base a considerazioni di carattere fisico con riferimento a vari parametri quali velocità di propagazione delle onde sismiche, contenuto in frequenza dei treni d'onda, trasmissività e isotropia del mezzo, fattore attenuazione (Q), accelerazione e spostamento delle particelle nel corpo roccioso di riferimento. La scelta può riferirsi ad un sistema roccioso ideale per il quale l'insieme dei parametri rende minimi gli effetti del terremoto: quale può considerarsi un ammasso cristallino radicato (detti "graniti" in senso lato). Quando le aree in studio sono lontane da strutture geologiche di questa natura un riferimento ad esse può risultare inefficace per una pratica applicazione. Per ovviare è legittimo, qualora ve ne sia la possibilità, fare riferimento a massicci carbonatici radicati non interessati a tettonica attiva, per i quali l'insieme dei parametri comportano un minimo relativo per gli effetti sismici. In ogni caso comunque l'intensità del terremoto di progetto non definisce la risposta sismica delle singole aree ricadenti sui massicci rocciosi di riferimento in quanto questa dipende dalla eventuale sussistenza di fattori di amplificazione quali la fratturazione e l'alterazione superficiale.

Il terremoto di progetto è stato ricavato da un database dei terremoti del 1980 registrato presso la stazione di Sturno e successivamente filtrato attraverso le leggi di attenuazione fornite da Sanò e Pugliese (1991).

Nelle tabelle nn. 1,2,3 sono stati riporti i dati geognostici e geotecnici di riferimento.

8.4.1 PROFILI DI VELOCITÀ

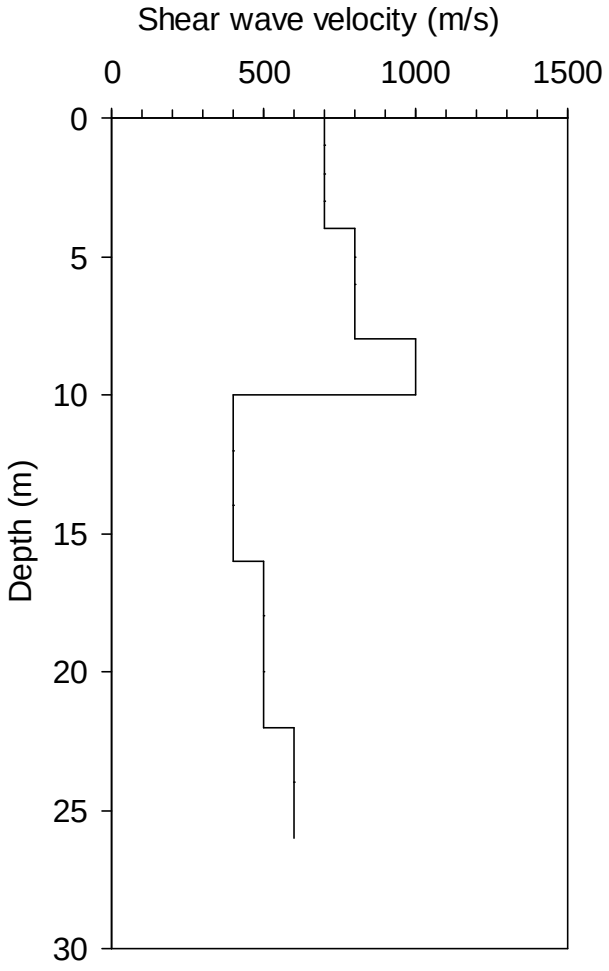
Per ogni verticale significativa è stato prodotto un profilo delle velocità delle onde di taglio V_s. successivamente comparato con i profili MASW eseguiti con la campagna d'indagine del 2016,



36: Profilo delle velocità delle onde di taglio tarato sugli SPT e prove sismiche.(Centro storico) [Arenarie]

Questo profilo è particolarmente rappresentativo di tutta l'area del centro storico anche laddove sono presenti livelli argillosi di qualche decimetro, dato che nelle prove sismiche hanno fornito velocità V_s molto simili alle prime.

L'unica variazione significativa si ha allontanandosi dal centro storico, ma rimanendo comunque nei pressi dell'abitato, e dirigendosi verso le contrade, dove i banchi di arenaria lasciano il posto alle argille grigio azzurre oltre i 15-20 m di profondità.

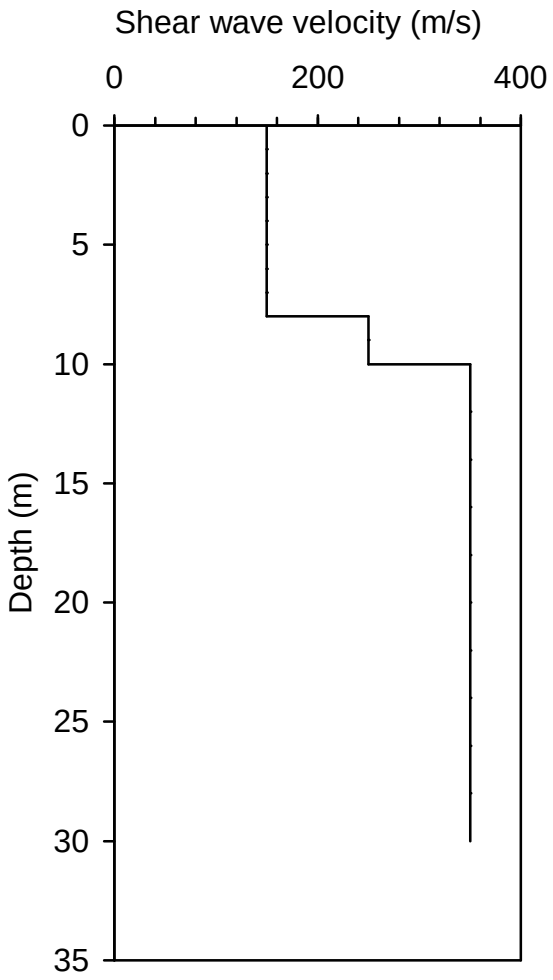


37: Profilo delle velocità delle onde di taglio tarato sugli SPT e prove sismiche.(Arenaria – Argilla azzurra)

Questa situazione tiene conto degli assetti litologici delle porzioni occidentali e delle fasce di bordo dell'abitato di Montecalvo dato che si riferisce agli affioramenti delle arenarie poggianti su un substrato costituito dalle argille plioceniche .

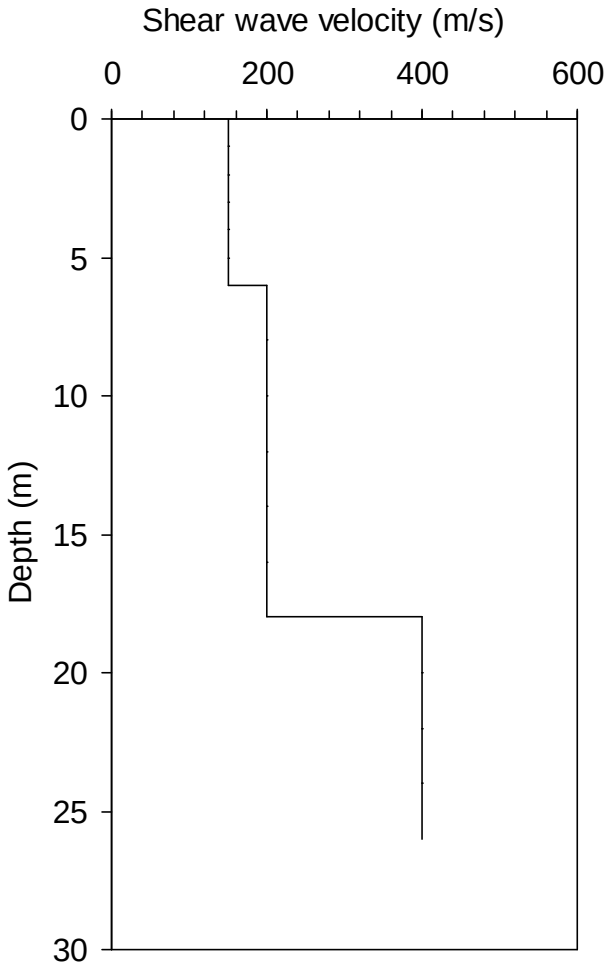
Nella zona del fiume Miscano, invece, ci si trova in presenza di coltri alluvionali ricoprenti un substrato di argille azzurre inquadrabili in un bedrock-like dal momento che le velocità V_s raramente

superano i 400 m/s; mentre le coltri alluvionali, eccezion fatta per piccole lenti ghiaiose di spessori minori di 1 m, hanno V_s mediamente pari a 200 m/s.



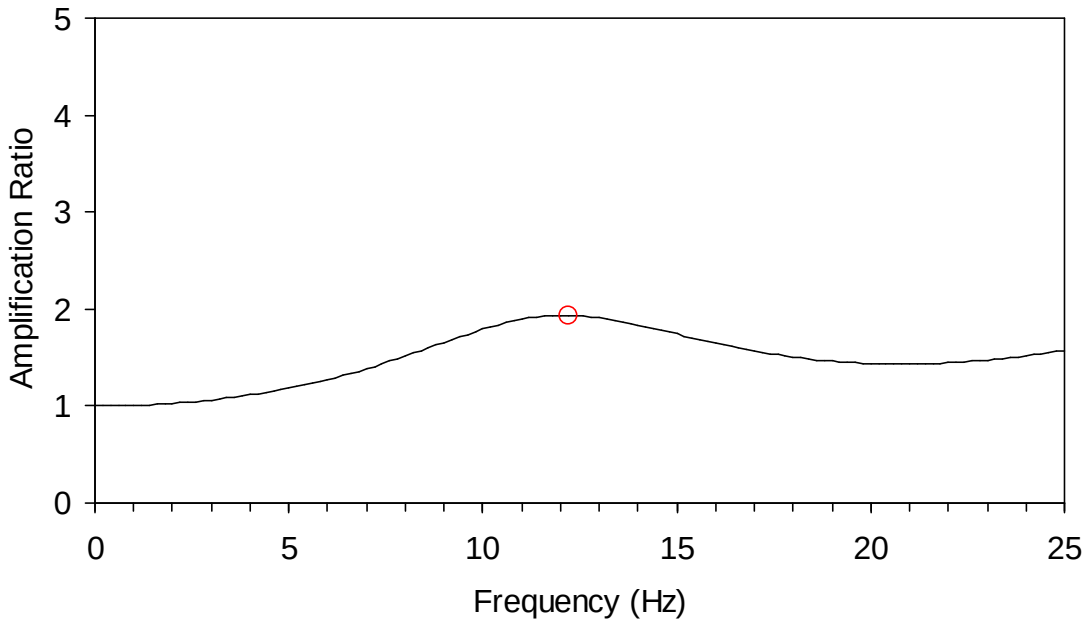
38: profilo delle velocità delle onde di taglio tarato sugli SPT e prove sismiche.(Area del Miscano)

Ultimo profilo rilevato è riferito all'ambito miocenico della Malvizza, dove si riscontrano affioramenti di argille varicolori.



39: profilo delle velocità delle onde di taglio tarato sugli SPT e prove sismiche.(Area della Malvizza). [Argille mioceniche]

Il passo successivo è stato volto allo studio della funzione di amplificazione applicato ai nuclei abitati: centro storico (litologie prevalenti: arenarie) e centro abitato e relativa fascia di bordo (litologie prevalenti: arenarie su argille):



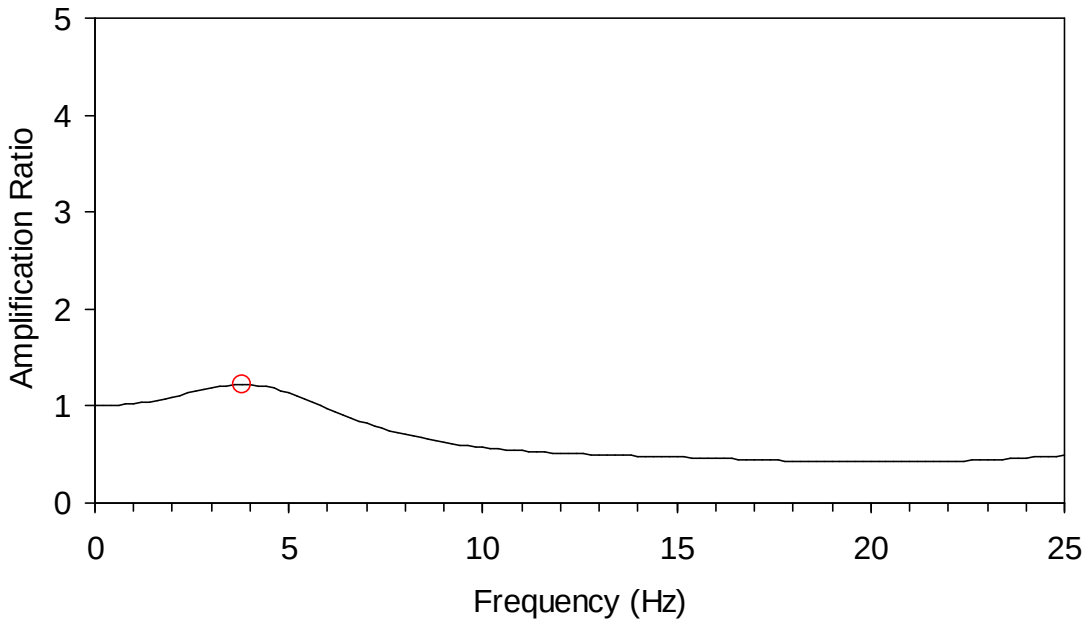
40: profilo della funzione di amplificazione per i terreni del Centro storico (Zona 1) [Arenaria].

Una analisi del grafico evidenzia una tendenza del sottosuolo in questione ad amplificare di circa 2 volte le frequenze comprese tra i 10 - 15 Hz ed una fascia oltre i 15 Hz dove l'amplificazione varia tra 1.2 e 1.5.

Si ritiene che il campo di frequenze con il picco di amplificazione a 12 Hz abbia interessato e provocato danni agli edifici durante il terremoto del 1980, trattandosi di costruzioni a non più di tre piani. Infatti periodi di oscillazione per edifici a 2 piani con strutture in muratura va ad attestarsi in un range così rappresentato.

Una ulteriore precisazione va evidenziata per terreni omogenei entro profondità di 30 m al di sotto del piano fondale e con V_s decrescenti solo in superficie per blande l'alterazione dello stesso substrato: in tali condizioni non si hanno picchi di amplificazione e si ha al suolo la "restituzione" completa di tutto lo spettro in frequenza del sisma.

È opportuno ricordare che l'amplificazione non automaticamente porta ad un incremento delle accelerazioni in superficie perché c'è da tener conto della fase che spesso porta ad uno sfalsamento tra i picchi nello spettro di Fourier del terremoto e la funzione di amplificazione del terreno.



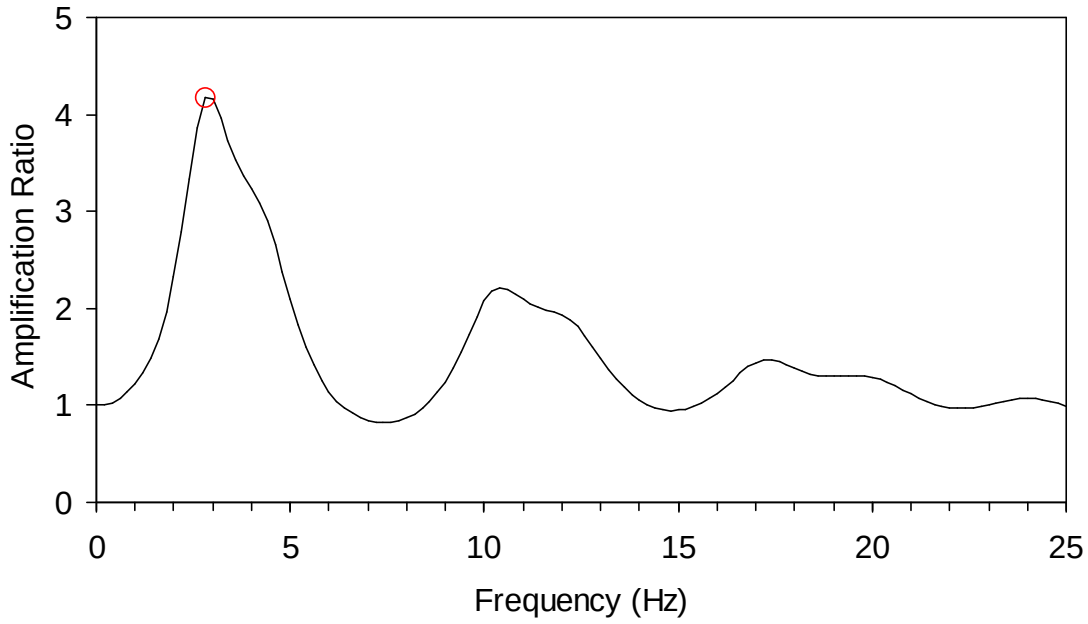
41: Profilo della funzione di amplificazione per i terreni nella zona di contatto arenaria argille intorno ai 15-20 m di profondità (Zona 2).

La presenza di strati di terreno più "soffici" ad una certa profondità - bedrock-like - abbatte molto le frequenze alte favorendo una sorta di attenuazione del sisma; a tale vantaggio, però, per le condizioni clivometriche e morfologiche degli affioramenti. possono corrispondere due fattori negativi:

- tale ambito litologico si connota per il passaggio stratigrafico le arenarie e le argille azzurre, ovvero in corrispondenza delle aree di cresta a cui si associano amplificazioni localizzate;
- le pendenze assumono valori anche superiori a 30° con conseguente innesco di dissesti - crolli e ribaltamenti in arenarie -.

Un'ultima precisazione va fatta per la presenza di una coltre superficiale alterata sul banco di arenaria: essa raramente supera i 2 m di profondità e quindi è sempre eludibile ai fini sismici con un piano di fondazione opportunamente attestato sui terreni integri.

L'area che si discosta notevolmente dalle due esaminate e che caratterizzano gran parte del territorio urbanizzato, e\o a vocazione urbanistica, è rappresentata dall'ambito golenale del Miscano e dell'Ufita e, più in generale, dove si rinvengono formazioni quaternarie di origine detritica.



42: profilo della funzione di amplificazione per i terreni dell'area del fiume Miscano e nelle zone di affioramento delle argille plioceniche (Zona 3)

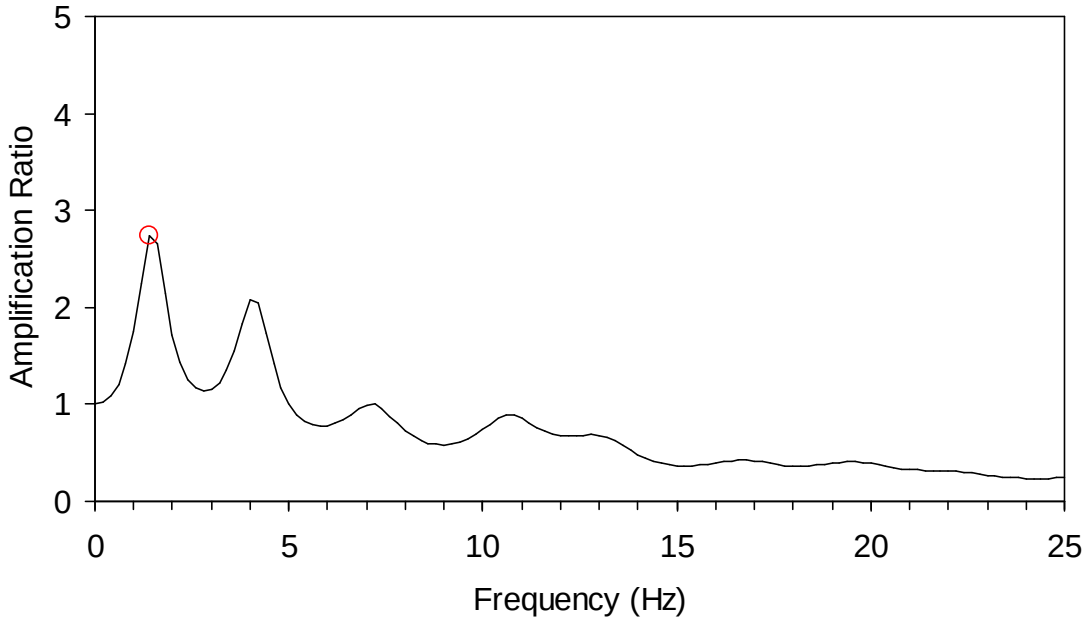
Un'analisi immediata della funzione di amplificazione evidenzia un picco rilevante in prossimità della frequenza di 3 Hz , oltre ad un'area che amplifica di circa 2 volte le frequenze intorno ai 10 Hz.

Le indicazioni che derivano dal grafico è che edifici in cemento armato di tre piani realizzati in questa area potrebbero, nella peggiore delle ipotesi, cioè nel caso di fase di oscillazione del sottosuolo coincidente con quella del sisma, avere amplificazione pari a 3 -4. Infatti, calcolando il primo periodo proprio di oscillazione di un edificio di tre piani con struttura in c.a. intelaiato (9 m), si ha: T1 =0.075 x $9^{3/4}$ = 0.38 s. Raffrontando tale valore con il dominio delle frequenze f1=1/T1 = 2.56 Hz, si ricade proprio nell'area del grafico di figura 21 di maggiore amplificazione.

Per le fasce basali delle valli e, più diffusamente, lungo le pendici ricoperte da sensibili spessori detritici, la frequenze dei dissesti, anche sismoindotti, è maggiore.

Considerazioni analoghe, in termini di amplificazione nel range inferiore ai 5 Hz, possono essere effettuate nell'area della Malvizza dove però i picchi sono molto più ravvicinati, mentre le frequenze superiori ai 5 Hz forniscono un rapido smorzamento dei picchi.

Permangono le considerazioni fatte in merito alle frane sismoindotte, colate e scorrimenti roto-traslativi, nelle zone a più forte pendenza.



43: profilo della funzione di amplificazione per i terreni dell'area della Malvizza e nelle zone di affioramento delle argille mioceniche (Zona 4)

8.4.2 MICROZONING

Fissata l'intensità del terremoto di progetto e definiti i profili delle frequenze degli ambiti litologici dei singoli areali si passa alla valutazione del condizionamento locale dei fattori che contribuiscono, nelle singole condizioni morfologiche, idrogeologiche, stratigrafiche e strutturali ad incrementarne il valore.

La situazione locale compone una sorta di modulatore nei confronti dello scuotimento sismico in modo da determinare l'amplificazione o lo smorzamento delle onde che lo attraversano, anche modificandone le caratteristiche periodali. La distribuzione dei danni in superficie dipende quindi in misura rilevante, se non determinante, dalle modalità della risposta locale.

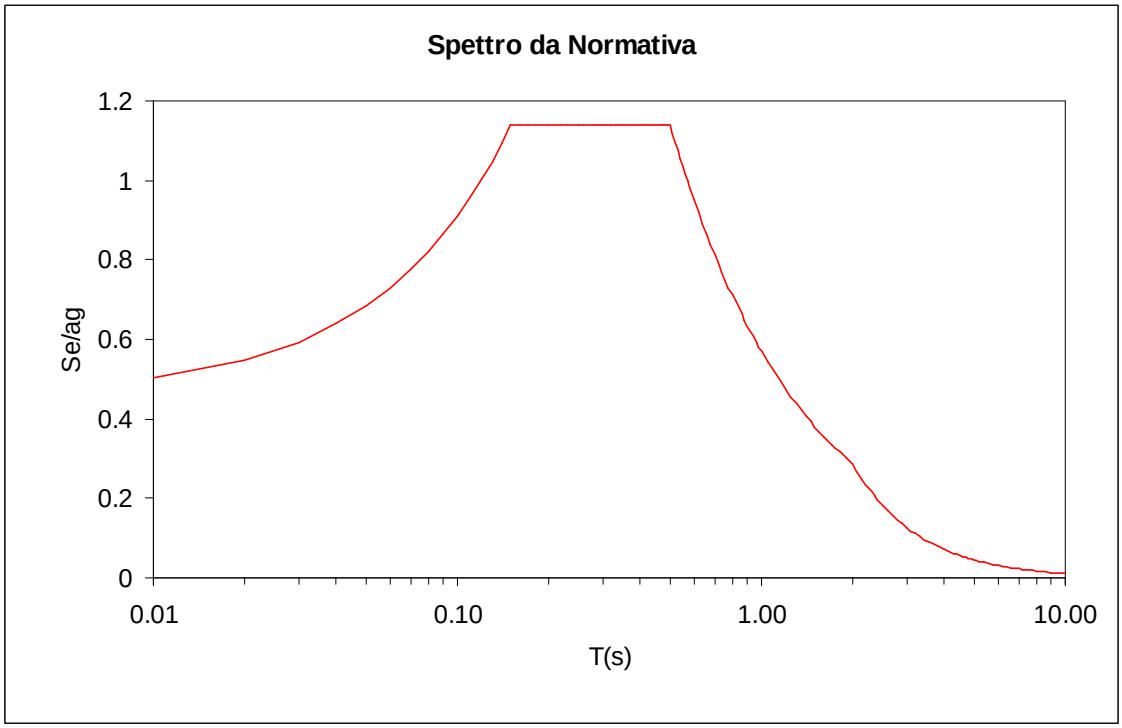
Per la zonazione sismica occorre perciò correlare vari parametri che consentano di determinare il valore - n - dell'incremento sismico rispetto all'intensità di riferimento del bedrock - nel nostro caso si è assunto per il bedrock-like i materiali con V_s > 800 ms/sec -.

Per questo obiettivo, in relazione ai dati sperimentali in possesso, sono state adottate procedure automatiche di calcolo basate sul metodo che sfrutta l'analisi di Fourier (codice SHAKE). Dal calcolo dell'incremento dell'intensità sismica si ricava il valore puntuale dell'accelerazione sismica in superficie - A(g) - ed il range di frequenze maggiormente eccitate (parametri utili ai fini ingegneristici).

I fattori presi in considerazione comprendono, oltre alla presenza della falda, la morfologia del sito e la geometria del substrato.

Gli spettri di risposta ricavati dall'analisi nel dominio del tempo e delle frequenze sono stati confrontati con le indicazioni delle norme vigenti. Queste ultime individuano ai fini della azione sismica di progetto 5 categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione e per ognuna delle quali fornisce uno spettro di risposta atteso. (Per la classificazione puntuale si rimanda al testo dell'ordinanza Cap. 3.1).

Per quanto concerne i due principali profili del centro abitato, citati nel precedente paragrafo, si ricavano i seguenti spettri di risposta.



44: spettro di risposta da normativa per i terreni del Centro storico. (ZONA 1)

I profili dei terreni del centro storico ed i profili riconducibili ad Arenarie-Argille e Sabbie- Argille, rientrano nella categoria "B" e "C", rispettivamente, corrispondenti ai profili MASW nn. 4 e 7, i primi, e nn. 1-2-3-5-6-8, i secondi (campagna 2016)

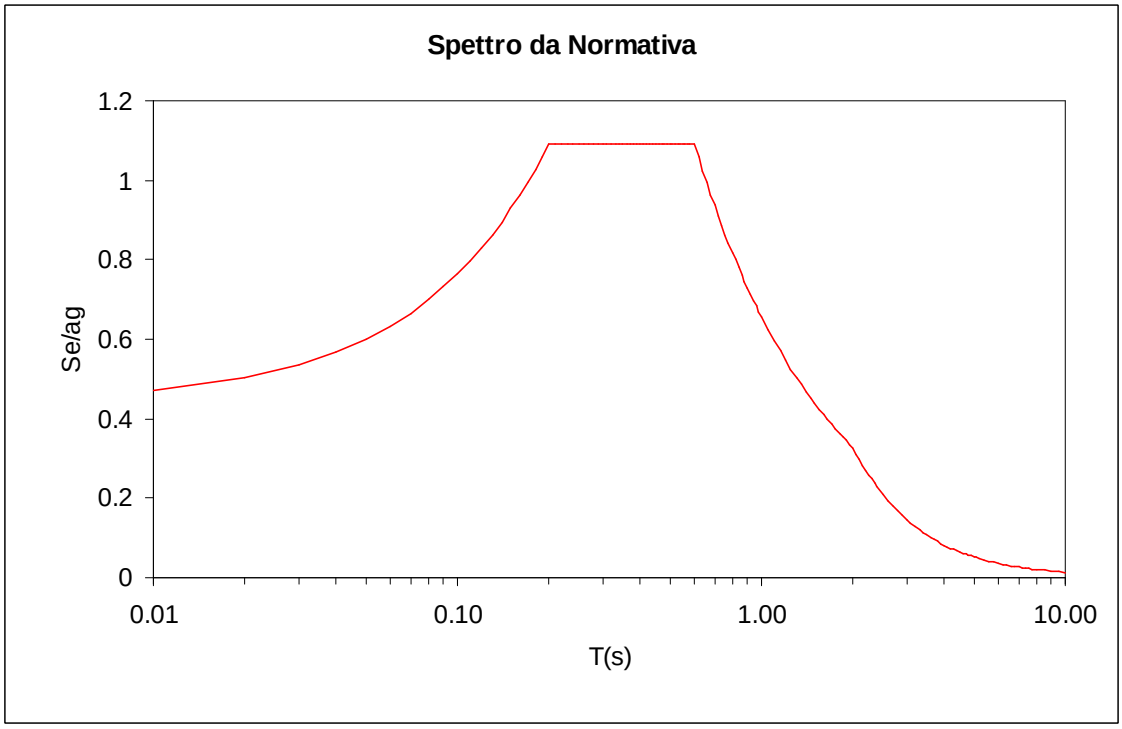
$V_{s,30\ (m/s)}$ =	Ground Types
≤ 800	B
≤ 360	C

Questa suddivisione è estensibile, per quanto detto, all'intero territorio di Montecalvo, eccezion fatta per gli ambiti territoriali dove affiorano le argille, mioceniche e plioceniche, o sono costituiti da litologie diverse dai componenti dei complessi sabbioso-arenacei.

Ambiti formati dalle sequenze delle argille plioceniche e mioceniche – profili MASW nn. 9.10 – 11, (campagna 2016):

$V_{s,30\ (m/s)}$ =	Ground Types
≤ 360	C

Per ambedue gli ambiti, ovvero per profili di sottosuolo assimilabili a suoli tipo "C", compreso le porzioni del centro abitato, che comunque ricadono nella tipologia di terreni di tipo "C" si applicherà lo spettro da normativa contenuto in figura n. 45.



45: spettro di risposta da normativa per i terreni dell'area del Miscano e della Malvizza. (ZONA 3)

Nelle citate aree di golena, si ha una variabilità della risposta imputabile alla geometria dei corpi detritici di copertura; ne deriva che, seppure le progettazioni basate sugli indirizzi di cui alle citate ordinanze può garantire adeguati livelli di sicurezza, occorrono specifiche ed appropriate indagini e modellazioni geotecniche accurate.

Incrementi sismici possono verificarsi in prossimità del passaggio tra le valli e le fasce pedemontane ammantate da detriti plastici di versante e\o di frana; il fenomeno, noto come effetto “catino", può essere assimilato a quello di un fluido agitato orizzontalmente con conseguente riflusso sulle pareti.

In tali ambiti: Zona 3, formata dalle sequenze detritiche alluvionali (depositi granulari sciolti o poco addensati) la successione è classificata di tipo “D”:

$V_{s,30\ (m/s)}$ =	Ground Types
≤ 180	D

8.5 CARTA DELLA ZONAZIONE SISMICA

In accordo con la normativa sismica ed in ottemperanza del dispositivo della L.R. 9/83, è stata redatta una mappa di microzonazione sismica dove il territorio è stato suddiviso in zone instabili, (cioè quelli che nel caso di sollecitazione sismica possono essere soggetti a deformazioni permanenti – frane -) e stabili; per queste ultime sono state classificati suoli secondo le NTC2008.

La zonazione prevede:

- Zone da escludersi come siti da costruzione per la presenza dei seguenti rischi in prospettiva sismica;
- zone ad instabilità di versante;
- zone soggette a collasso di cavità;
- Zone utilizzabili come siti da costruzione;

ZONA 1, Suoli di tipo “B” costituita da arenarie (Centro Storico) prive di coperture detritiche significative; nell’ambito di questo areale rientrano anche quei profili stratigrafici con arenarie e sabbie con spessori di 10 -15 m. poggianti su argille e classificabili come terreni di tipo “B” nella normativa. La caratterizzazione dei profili puntuali deve discendere da analisi puntuali da eseguirsi sempre a supporto di qualsiasi progettazione di opera pubblica e privata.

ZONA 2, Suoli di tipo “C”, costituita dall’affioramento di sabbie ed arenarie ricoperte da coltri detritiche incompetenti significative - ambito del centro abitato- e di tutti gli areali argillosi, pliocenici e miocenici,

ZONA 3, Suoli di tipo “D”, costituita da una coltre alluvionale dello spessore variabile da 1 m. a 10 m su substrato di argille azzurre plioceniche (valli fluviali principali). In questa i fattori variabili sono gli spessori dei manti detritici e la composizione litologica prevalente.

9 CONCLUSIONI

Lo studio geologico - tecnico effettuato per il territorio comunale di Montecalvo Irpino ha consentito di definirne le gli assetti e le caratteristiche litostratigrafiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche.

Sulla base di tali caratteristiche è stata compilata la cartografia richiesta dalla L.R. n.9 del 7/1/83.

In particolare è stata riconosciuta una successione stratigrafica del sottosuolo perfettamente inquadrabile nello schema geologico dell'Appennino Irpino, zona questa di transizione tra due archi minori dell'Appennino Meridionale e tuttora soggetta ad attività neotettonica con significativi episodi sismici storici e recenti.

Lo studio geomorfologico ha consentito di delineare gli elementi ed i fattori del continuo modellamento dei versanti che é conseguito anche con movimenti di massa concentrati lungo gli impluvi torrentizi in regressione e negli areali francamente argillosi esposti lungo acclivi pendici.

Dal punto di vista idrogeologico è stato determinato lo schema idrogeologico della circolazione idrica sotterranea che si caratterizza principalmente in bacini idrogeologici sotterranei frazionati e di importanza locale.

Nell'ambito della revisione del presente studio è stato riscontrato un vasto e complesso scorrimento rotazionale attivo in contrada Corsano (Strada Provinciale 148 – Canale Orto di Campo) che richiede interventi immediati e susseguenti per la pubblica e privata incolumità.

L'analisi del rischio sismico alla scala territoriale ha confermato le assunzioni basilari: ovvero:

- significativa attenzione nella definizione delle geometrie litologiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, in quanto rivestono importanza nella risposta sismica locale. La possibilità di usufruire di differenti prove in situ e di laboratorio e un'accurata interpretazione delle prove stesse ha permesso di avere un'accettabile caratterizzazione dei materiali;
- l'approccio multidisciplinare ha consentito la definizione di ambiti territoriali con parametri omogenei caratterizzanti l'azione sismica attesa e, quindi, di indicare le prescrizioni finalizzate alla riduzione del rischio sismico.

Tuttavia, per la corretta valutazione dei parametri che governano la stabilità, statica e dinamica degli immobili già esistenti e delle opere a realizzarsi, si richiedono specifiche indagini tese alla

valutazione della risposta sismica puntuale in termini di analisi delle frequenze attese, delle condizioni stratigrafiche e geotecniche e del rischio di liquefazione e/o cedimenti in fase dinamica.

Ha valore di prescrizione la necessità di eseguire preventivamente per ogni intervento sul territorio le opportune indagini geognostiche, geotecniche e sismiche e relative verifiche di stabilità geotecnica, così richiesto dalla normativa vigente.

Napoli, novembre 2016 **Dr.Gaetano Ciccarelli**

10 BIBLIOGRAFIA

Baratta M., 1901 - I terremoti d'Italia - Bocca, Torino.

Carta geologica d'Italia, Scala 1 : 100.000 - Foglio n. 185 (Salerno) e nota illustrativa relativa

Celìco P. 1978 - Schema idrogeologico_dell'Appennino carbonatico centro-meridionale - Memorie e note dell'Istituto di Geologia Applicata n014, Napoli -

Celico P., 1983 - Idrogeologia dei massicci carbonatici delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-merdionale - Quaderno 4/2 Progetti specìali per gli schemi idrici nel Mezzogiorno, Edito dalla Cassa per il Mezzogiorno, Roma –

CIARCIA S. (2003) - Evoluzione stratigrafico-sedimentologica della successione pliocenica inferiore-media del bacino di ariano-benevento. Univ. Federico II Napoli, Tesi di Dottorato, Geologia del Sedimentario XV ciclo.

CIARCIA S., DI DONATO V., MITRANO T. & TORRE M. (2006) - I depositi del bacino di Benevento (Pliocene inferiore, Appennino meridionale): nuovi vincoli stratigrafici e paleoambientali. Boll. Soc. Geol. It., 125, 147-162.

CIARCIA S., DI NOCERA S. & TORRE M. (1998) - Sistemi di fan delta al margine orientale del Bacino di Ariano (Pliocene inferiore, appennino apulo-campano). Boll. Soc. Geol. It., 117, 807-819.

CIARCIA S., DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M. (2003) - Evoluzione Tettonosedimentaria e paleogeografica dei depocentri “wedge-top” nell’ambito del “foreland basin system” pliocenico dell’Appennino meridionale (settore irpinodauno). Boll. Soc. Geol. It., 122, 117-137.

CINQUE A., PATACCA E., SCANDONE P. & TOZZI M. (1993) - Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationships between surface geological features and deep lithospheric structures. Annali di Geofisica, 36, 2, 249-260.

D'Argenio B D'Argenio B., et all., 1973 - Schema-geologico dello Appennino meridionale (Campania e Lucania) -

De Vivo B. et all., 1979 - Carta sismotettonica preliminare dell'Appennino meridionale - C.N.R., Progetto finalizzato geodinamica n'166, Napoli -

Dobrin M.B., - Introduction to geophysical prospect, - MC Graw Il Boock Company inc. New York -

Griffiths D.H., 1972 - Applied geophysico for engineering - Pergamon Press Ltd., Oxford (England) -

Medvedev S.V., 1965 - Engineering seismology - Israel Program for Scientific Translations Ltd.

Ortolani F. 1984 - Elementi per la microzonazione sismica delle zone colpite dal sisma del 23.11.80: , Formez, Napoli -

Ortolani F. et all., 1984 - Geologia, struttura e macrozonazione sismica dell'Appennino meridionale (Molise, Campania e Basilicata) - Napoli -

Pescatore T. et all., 1973 - Schema tettonico dell'Appennino Campano-Lucano - Boll.Soc. Geol.IT, n.92 -

Regione Emilia Romagna - Guide to a seismotectonic and seismic hazard map - Pitagora Editrice, Bologna.

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2003, Primi Elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Pergalani F., Luzi L., Petrini V., Pugliese A., Romeo R., Sanò T., (1999) Criteria for a Seismic Microzoning of a large Area in Central Italy, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol.N.18,pagg. 279-296.

Idriss I.M., Sun J.I., 1991, SHAKE91: A computer program for conducting equivalent linear seismic response analysis of horizontally layered soil deposits. Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis.